

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Г. І. Гуріна

ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів I курсу денної форми навчання
освітнього рівня «магістр» за спеціальністю
161 – Хімічні технології та інженерія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Гуріна Г. І. Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів: конспект лекцій (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Г. І. Гуріна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, – 2020. – 97 с.

Автор : Г. І. Гуріна

Рецензент

О. О. Мураєва, кандидат хімічних. наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол № 5 від 15.10.2019.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Ціль, задачі курсу та його зв'язок з іншими дисциплінами.....	7
1.1 Проблема охорони довкілля від забруднення промисловими відходами. Основні джерела забруднення атмосферного повітря отруйними відходами.....	8
1.2 Фізичні явища, що застосовуються при пиловловлюванні.....	10
1.3 Природоохоронні технології захисту навколишнього середовища..	11
1.4 Способи очищення газів.....	13
1.5 Ступінь очищення газів. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин.....	15
1.6 Знепилення промислових газів у сухих інерційних апаратах	17
1.6.1 Пилоосаджувальні камери.....	17
1.6.2 Інерційні пиловловлювачі	18
1.6.3 Жалюзійний пиловіддільник.....	19
1.6.4 Циклони.....	20
1.6.5 Вихрові пиловловлювачі.....	21
1.6.6 Динамічні пиловловлювачі.....	22
1.7 Очищення газів фільтруванням.....	23
1.7.1 Тканинні фільтри.....	24
1.7.2 Волокнисті фільтри.....	25
1.7.3 Зернисті фільтри.....	26
1.8 Електричне очищення газів.....	27
1.9 Мокре очищення газів.....	28
1.10 Очищення викидів від газо- і пароподібних забруднень.....	35
1.11 Магнітне очищення газів.....	44
2 Загальна характеристика методів очищення стічних вод.....	47
2.1 Механічне очищення стічних вод.....	49
2.1.1 Відстійники.....	49
2.1.2 Гідроциклони.....	50
2.1.3 Смолоуловлювачі.....	51
2.2 Фізико-хімічне очищення стічних вод.....	51
2.2.1 Нейтралізація стічних вод	52
2.2.2 Коагулювання.....	54
2.2.3 Сорбційне очищення стічних вод.....	55
2.2.4 Іонообмінне очищення стічних вод.....	57
2.2.5 Флотація.....	58
2.2.6 Електрохімічне очищення стічних вод.....	59
2.2.7 Екстракція, евапорація, кристалізація.....	61
2.3 Обеззаражування стічних вод і випуск їх у водоймища	63
2.3.1 Хлорування води.....	64
2.3.2 Знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням.....	66

2.3.3 Озонування стінних вод.....	70
2.3.4 Випуск стічних вод у водоймища.....	70
3 Ресурсо- та енергозберігаючі природоохоронні технології виробництва полімерних композиційних матеріалів.....	71
3.1 Технології виробництва полімерних та олігомерних матеріалів....	71
3.2 Технологія виробництва пігментів та наповнювачів.....	74
3.3 Технологія виробництва пігментованих матеріалів.....	75
4 Контрольні запитання.....	78
Список рекомендованої літератури.....	80
Глосарій з дисципліни природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів.....	82

ВСТУП

Лекційний курс з дисципліни «Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів» розроблений для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія. Мета курсу – надати студентам необхідні знання для формування компетентностей, що відповідають освітній програмі спеціальності. Вивчення навчальної дисципліни «Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів» спрямоване на підготовку фахівців, здатних передбачати та враховувати екологічні наслідки технічних та управлінських рішень у сфері виробництва композиційних матеріалів, вивчення студентами впливу природоохоронної діяльності підприємств галузі на підвищення їх конкурентоспроможності та ефективності виробництва шляхом утилізації та очищення відходів виробництва для ресурсо- та енергозбереження, охорони довкілля, а також засвоєння наступних професійно-орієнтованих і спеціальних дисциплін у галузі хімічних технологій та інженерії.

Лекційний курс, згідно з робочою програмою навчальної дисципліни «Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів», включає наступні теми: Ціль та задачі курсу, основні поняття курсу та його зв'язок з іншими курсами. Основні джерела забруднення атмосферного повітря отруйними відходами. Технологія очищення промислових газів. Очищення промислових газів від пилу, туману та диму: гравітаційне осадження пилу; інерційне осадження пилу; 5ентр обіжне осадження пилу; розподіл аеродисперсних систем фільтрацією; -мокре пилеуловлювання; Термічне знешкодження газових викидів, що містять органічні сполуки. Вогневі та каталітичні методи. Низькотемпературне окиснення. Біологічні методи очищення газових викидів. Очищення газів від сірководню, оксидів азоту, сполук фосфору та окислів вуглецю, від галогенів та їх сполук, сіркового ангідриду та інших сіркоподібних речовин адсорбцією, абсорбцією, окисненням, хемосорбцією. Ресурсо- та енергозберігаючі природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів: полімерів, олігомерів, пігментів та наповнювачів, пігментованих матеріалів. Методи очищення промислових стічних вод та газових викидів на підприємствах по виробництву композиційних матеріалів та покриттів. Характеристика забруднень стічних вод та вимоги до показників складу та властивостей води. Очищення промислових стічних вод способом адсорбції, нейтралізації, освітлення, екстракції, адсорбції, електродіалізу, біохімії. Методи очистки стічних вод при виробництві феноло-формальдегідних, алкідних, уралкідних, поліуретанових, епоксидних, акрилових, перхлорвінілових олігомерів. Очищення стічних вод фарбувального виробництва при різних методах нанесення покриттів. Утилізація твердих відходів фарбувального виробництва.

Конспект лекцій призначений допомогти студентам у вивченні дисципліни «Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів» при навчанні в умовах кредитно-модульної системи, що потребує

від студента виконання значного обсягу самостійної роботи в результаті пошуку відповідей на контрольні запитання та завдання в процесі опанування навчальної дисципліни та підготовки до різних форм контролю – поточного, модульного, підсумкового.

1 Ціль, задачі курсу та його зв'язок з іншими дисциплінами

Метою вивчення навчальної дисципліни «Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів» є підготовка фахівців, до здатності передбачати та враховувати екологічні наслідки технічних та управлінських рішень у сфері виробництва композиційних матеріалів.

Задачами курсу є вивчення студентами впливу природоохоронної діяльності підприємств галузі на підвищення їх конкурентоспроможності та ефективності виробництва шляхом утилізації та очищення відходів виробництва для ресурсо- та енергозбереження, охорони довкілля, а також підготовка до засвоєння наступних професійно-орієнтованих і спеціальних дисциплін у галузі хімічних технологій та інженерії.

Зміст цієї дисципліни безпосередньо спирається на матеріал, засвоєний після вивчення таких дисциплін, як охорона праці та цивільний захист, методологія наукових досліджень, теорія та практика одержання хімічних речовин і матеріалів, якість сировини та продукції хімічних технологій, енерго- та ресурсозбереження у хімічних виробництвах, інноваційні матеріали та речовини в хімічній інженерії, технологія виробництва хімічних речовин і матеріалів, спеціальні методи досліджень структури та властивостей композиційних матеріалів. На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються наступні курси: хімічні технології одержання лакофарбових покриттів, нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення. Знання, здобуті при вивченні курсу, необхідні студентам при проходженні переддипломної практики та виконанні кваліфікаційної роботи магістра.

Вивчення курсу дозволить студентам знати основні джерела забруднення атмосферного повітря отруйними відходами; загальні засоби знешкодження шкідливих викидів хімічних виробництв, технології очищення промислових газів; термічні та низькотемпературні методи знешкодження газових викидів, що містять органічні сполуки; аналізувати методи очищення промислових стічних вод та газових викидів на підприємствах по виробництву матеріалів та покриттів; вміти розробляти ресурсо- та енергозберігаючі природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів; складати схеми очищення стічних вод фарбувального виробництва при різних методах нанесення покриттів, обґрунтовано обирати методи утилізації твердих відходів виробництва.

Перша частина курсу присвячена природоохоронним технологіям в галузі охорони атмосферного повітря. Для обґрунтування необхідності захисту повітряного басейну від забруднень розглядаються основні відомості про фізичні та хімічні властивості газоподібних та дисперсних забруднень, про шкоду, яку вони можуть нанести здоров'ю людини, рослинному та тваринному світу. В курсі розглянуті різні методи вловлювання газоподібних і дисперсних викидів, основи вибору та розрахунку очисного обладнання. Розглядаються питання раціонального розташування промислових підприємств та моніторингу довкілля. У курсі розглянуті питання захисту атмосферного повітря від

забруднень промисловим пилом і газами, описані конкретні заходи для попередження і ліквідації негативних наслідків дії техногенних об'єктів на атмосферу і навколишнє середовище.

1.1 Проблема охорони довкілля від забруднення промисловими відходами. Основні джерела забруднення атмосферного повітря отруйними відходами

Забруднення повітря може бути природним або виникати внаслідок діяльності людини. Природне забруднення обумовлено ерозією ґрунтів, виверженням вулканів, виходом на поверхню підземних газів тощо. Забруднення атмосфери внаслідок діяльності людини виникає або при спалюванні вуглевмісних речовин – вугілля і продуктів його переробки, нафти і деревини або як відходи виробництва хімічних речовин і цементу, металургійної та гірничодобувної промисловості, а також при спалюванні побутових відходів.

Основними джерелами антропогенного забруднення атмосфери є: виробники енергії (ТЕС, АЕС, ГРЕС, сотні тисяч котелень); усі промислові об'єкти (в першу чергу металургійні, хімічні, нафтопереробні, цементні, целюлозно-паперові); сільське господарство; військова промисловість і військові об'єкти; автотранспорт та інші види транспорту; гірниче виробництво. Вони забруднюють атмосферу сотнями токсичних речовин, та шкідливими фізичними полями, шумами, вібраціями, теплом тощо.

Загальна маса атмосферного забруднення в Україні оцінюється від 240 до 790 млн. т/рік. При цьому 50-60% припадає на енергетику, до 30% – на промисловість, решта – на сільське господарство.

За кількістю промислового забруднення на душу населення Україна посідає одне з перших місць в Європі.

На порівняно невеликій території України десятиліттями відбувалось гіпертрофічне зростання виробництва без урахування екологічних факторів, була збудована найбільша кількість атомних електростанцій. В результаті аварії на ЧАЕС близько 50 тонн ядерного палива випарувалось і було викинуто в атмосферу у вигляді високорадіоактивних аерозольних продуктів розщеплення палива.

Найпоширенішими шкідливими газовими забруднювачами атмосфери є SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , CO , CO_2 , оксиди Нітрогену, бензпірен, сполуки Хлору, Флуору, вуглеводні. Серед промислових аерозолів – зустрічається вугільний пил, зола, сульфати та сульфід металів (Феруму (Fe), Плюмбуму (Pb), Купруму (Cu), Цинку (Zn) тощо), кремнезему, хлоридів, сполуки Кальцію (Ca), Натрію (Na), Фосфору (P). У викидах містяться також пари основних кислот (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), ртуті, феноли.

У зв'язку процесом збільшення абсолютних кількостей забруднюючих речовин в атмосфері можливості розсіювання викидів для більшості районів України практично вичерпані. Здатність атмосфери до самоочищення, яке відбувається за рахунок протікання фізико-хімічних процесів між

компонентами забруднювачів і компонентами самої атмосфери обмежується, особливо зі збільшенням масштабів її забруднення.

Оскільки виробнича діяльність викликає погіршення природного середовища, суспільство зобов'язане взяти на себе турботу щодо відновлення її властивостей та охорони від подальшої деградації. Забруднення атмосферного повітря внаслідок діяльності людини пов'язане з наступними процесами: ядерні і радіохімічні процеси з утворенням радіоактивних газів, пилу, відвалів; робота атомних станцій з наступним похованням радіаційних відходів; робота підприємств гірничодобувної промисловості, енергетичної галузі з реалізацією процесів випалювання, нагрівання, згоряння, виробництва пари з утворенням пилу, газів, золи, диму, бензперену, парів нафтопродуктів, СО, оксидів нітрогену, хімічні процеси.

Захист атмосферного повітря є однією з найбільш актуальних проблем в сучасному технологічному суспільстві, оскільки науково-технічний прогрес і розширення виробництва пов'язане зі зростанням негативних антропогенних впливів на атмосферу. Подолання сучасних і засторога ймовірних екологічних негараздів є неможливим без застосування сучасних природоохоронних технологій.

Впровадження природоохоронних технологій захисту атмосфери спрямоване на значне зменшення негативного впливу на атмосферу та навколишнє середовище в цілому з одночасним найраціональнішим використанням природних ресурсів і енергії та захистом навколишнього середовища.

Одним із головних напрямків реалізації природоохоронних технологій, спрямованих на захист атмосфери, є очистка газоподібних відходів перед їх викидом в атмосферу. Підприємства, установи, організації, діяльність яких пов'язана з негативним шкідливим впливом на атмосферне повітря, повинні вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зниження шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів, здійснювати контроль за обсягом та складом забруднюючих речовин, забезпечувати безперебійну та ефективну роботу очисного обладнання. Для знешкодження газових викидів застосовують сорбційні, хімічні і конденсаційні методи.

Нарівні з газоподібним забрудненням велику проблему при очищенні газів і охороні повітряного басейну створюють дрібні частинки твердих речовин та краплини туману. Дими, які утворюються при виробництві та рафінуванні низькоплавких металів, таких як свинець, миш'як, берилій, кадмій і цинк, надзвичайно отруйні, тому їх очищення необхідно проводити особливо старанно. Вміст кислотних туманів, наприклад, що утворюються при виробництві сірчаної чи фосфорної кислоти, дуже часто обмежується законодавством. Звичайно в таких цехах встановлюється ефективне газоочисне обладнання.

Тверді частинки і рідкі краплини мають різні назви: зола (грід), пил, дим, туман, кіптява, аерозоль чи смог. Атмосферні забруднювачі класифікують за різними категоріями залежно від розмірів, основних методів визначення розмірів та візуального ефекту наявних частинок: зола має великі частинки

розміром більше 75 мкм, пил характеризується наявністю частинок розміром менше 75 мкм і більше 1 мкм, туман (густий туман -імла (фог)) має рідкі частинки, звичайно менші 10 мкм, дим – це тверді частинки, звичайно менші 1 мкм, кіптява або летка зола, продукти неповного згорання у рідкому або твердому стані, смог (англ. smoke – дим і fog –імла) – їдкий туман у приземному шарі повітря, який складається з дуже дрібних крапель кислот та інших речовин, аерозолі - будь-які суспензії в повітрі.

1.2 Фізичні явища, що застосовуються при пиловловлюванні

Робота будь-якого пиловловлювального апарата заснована на використанні одного або декількох механізмів осаджування завислих в газах частинок

Гравітаційне осадження (седиментація) відбувається внаслідок вертикального осідання частинок під дією сили ваги при проходженні їх через газоочисний апарат.

Осадження під дією відцентрової сили відмічається при криволінійному русі аеродинамічного потоку, коли розвиваються відцентрові сили, під дією яких частинки відкидаються на поверхню осадження.

Інерційне осадження відбувається в тому випадку, коли маса частинки чи швидкість її руху настільки значні, що вона не може слідувати разом з газом за лінією течії, яка охоплює перешкоду, а, пориваючись за інерцією продовжити свій рух, стикається з перешкодою і осаджується на ній.

Зачеплення (ефект дотику) спостерігається, коли відстань частинки, яка рухається з газовим потоком, від обтічного тіла дорівнює або менше її радіуса.

Дифузійне осадження. Дрібні частинки зазнають безперервну дію молекул газу, які знаходяться в броунівському русі, внаслідок якого можливе осадження цих частинок на поверхні обтічних тіл чи стінок апарата.

Електричне осадження. В процесі іонізації газових молекул електричним розрядом відбувається зарядження частинок, які містяться в газах, а потім під дією електричного поля вони осаджуються на електродах. Електричне осадження можливе і при взаємодії частинок з краплинами (чи бульбашками). Причому електричні заряди можуть бути підведені до частинок, до зрошувальної рідини чи одночасно і до частинок, до рідини. Електричне осадження частинок може відбуватися і при проходженні аерозолі через фільтрувальні перегородки.

Крім вказаних вище основних механізмів осадження, можна перерахувати і ряд інших: *термофорез, дифузіофорез, фотофорез, вплив магнітного поля, радіометричних сил* тощо.

Термофорез – це відштовхування частинок нагрітими тілами, викликане силами, які діють з боку газоподібної фази на нерівномірно нагріті частинки аерозолів, що знаходяться в ній. Механізм цих сил значно залежить від відношення розміру частинки і середньої довжини вільного пробігу газових молекул.

Фотофорез, тобто рух частинок аерозолі, які освітлюються з однієї сторони, – це є частковий випадок термофорезу. Характер явищ, що спостерігаються, залежить від розподілення температур в освітлювальній частинці, яке в свою чергу визначається формою і розміром частинки, прозорістю і показником заломлення матеріалу. В прозорих частинках зворотна сторона може нагріватися сильніше, ніж сторона, звернена до джерела світла, внаслідок чого частинка буде рухатися за напрямом до світла. Якщо сторона, звернена до світла, гарячіша, ніж зворотна сторона, то частинка буде віддалятися від джерела світла.

Дифузіофорез – це рух частинок, викликаний градієнтом концентрації компонентів газової суміші. Явище дифузіофорезу чітко проявляється в процесах випаровування і конденсації.

При випаровуванні з поверхні краплини виникає градієнт концентрації пари, але оскільки загальний тиск пари повинен залишатися постійним, відбувається гідродинамічна течія парогазової суміші, направлена перпендикулярно до поверхні випаровуваної краплини і компенсуюча дифузію газів до цієї поверхні. Ця гідродинамічна течія, названа стефанівською, може значно впливати на осадження частинок. Так, при уловлюванні частинок розпиленою водою при недонасиченні газів водяною парою стефанівська течія перешкоджає, а при перенасиченні – сприяє захвату частинок краплинами.

Вплив того чи іншого механізму на осадження частинок визначається цілим рядом факторів, і в першу чергу, їх розміром.

1.3 Природоохоронні технології захисту навколишнього середовища

Під природоохоронними технологіями захисту навколишнього природного середовища розуміють комплекс технологічних, технічних і організаційних заходів, направлених на зниження чи повне виключення антропогенного забруднення біосфери.

Універсальних методів захисту навколишнього середовища, які радикально вирішують проблему боротьби з забрудненнями, поки що не існує, і тільки поєднання декількох, раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів в кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефективних результатів охорони природного середовища.

Для захисту від антропогенних забруднень застосовують такі методи:

технологічні – безпосередній вплив на технологічні процеси, які є джерелами забруднення, тобто активне втручання в технологію;

організаційно-технічні – зменшення концентрацій і рівня забруднень на шляху їх розповсюдження в біосфері, тобто невтручання в технологію, а тільки боротьба з уже утвореними внаслідок технологічного процесу забрудненнями шляхом використання технічних засобів захисту і проведення організаційно-планувальних заходів.

При використанні технологічних методів проблема ліквідації забруднень вирішується радикально, але їх розроблення і впровадження пов'язані з трудомісткими і дорогими заходами, а саме: реконструкцією підприємств і

зміною існуючої технології; значними капітальними витратами; проведенням спеціальних науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт; вирішенням складних технологічних і організаційних задач не тільки науково-технічного, а і соціально-економічного плану.

Незважаючи на проведення такого складного комплексу заходів, вирішити питання захисту навколишнього середовища тільки технологічними методами не завжди можливо. Тому ще широко застосовують організаційно-технічні методи, незважаючи на те, що вони менш ефективні й захист навколишнього середовища в цьому випадку носить локальний характер.

При проведенні технологічних заходів для боротьби з забрудненнями навколишнього середовища застосовують прямі й побічні методи.

Прямі методи дозволяють знизити масу, об'єм, концентрацію і рівень забруднень безпосередньо в джерелі їх утворення при основному технологічному процесі. Наприклад: поліпшення якості палива (зниження в ньому вмісту сірки – основного забруднювача атмосфери при спалюванні), удосконалення топкових пристроїв, форсунок і пальників, переведення автотранспорту з бензинового на газове паливо чи на електроживлення (електромобілі) тощо.

Побічні методи не забезпечують безпосереднього зниження рівня забруднень в джерелі при основному технологічному процесі, але дозволяють знизити до мінімуму або виключити їх утворення при проведенні наступних технологічних процесів. Наприклад: наближення форми і розмірів заготовки до форми і розмірів оброблюваних деталей машин, а також зменшення припусків внаслідок використання більш прогресивних методів лиття і оброблення тиском дозволяють знизити забруднення навколишнього природного середовища при переробленні металевої стружки і пилу, які утворюються при виготовленні деталей на металооброблювальних верстатах; заміна процесу травлення (що неминуче супроводжується утворенням токсичних стоків) на голкофрезерування, при якому шкідливі відходи практично не утворюються; заміна початкових неутилізованих матеріалів на утилізовані, що забезпечує повну утилізацію всіх відходів тощо.

Вищою формою вдосконалення технології виробництва є створення замкнутих технологічних процесів, систем оборотного водопостачання і безвідходної технології, що можливо тільки при поєднанні прямих і побічних методів.

Під безвідходною технологією розуміють замкнуті технологічні процеси, при яких відходи попереднього процесу є початковою сировиною для наступного. Прообраз цієї технології є кругообіг речовин і енергії в природі. Впровадження на всіх етапах виробництва безвідходної технології дозволить повністю зняти проблему антропогенного забруднення біосфери.

Організаційно-технічні методи, застосування яких не пов'язано з безпосереднім впливом на джерело забруднення, застосовують для захисту навколишнього середовища такими шляхами:

розосередження джерел забруднення. Воно не захищає безпосередньо навколишнє природне середовище, але дозволяє понизити локальне

навантаження шкідливих речовин на біосферу до допустимих концентрацій і рівнів, з нейтралізацією яких природа справляється ще сама;

локалізація джерел забруднення за рахунок ізоляції, герметизації, екранування, а також захоронення відходів, що дозволяє обмежити розповсюдження забруднювачів в біосфері;

очищення (повного чи до допустимих концентрацій) викидів, що поступають в біосферу за допомогою спеціальних технічних пристроїв і апаратів, які використовують фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біохімічні способи очищення і обеззаражування забруднювачів.

На сьогоднішньому рівні розвитку технології застосування організаційно-технічних методів є основним способом боротьби з забрудненням навколишнього природного середовища. При цьому перевага віддається розробленню і удосконаленню пристроїв і апаратів очищення викидів в біосфері.

1.4 Способи очищення газів

Всі промислові гази – як відхідні, так і технологічні – передаються газопроводами чи трубопроводами, які можуть постачатися з відповідними газоочисними пристроями. Природно, вибір придатного методу очищення залежить від природи вловлюваного матеріалу. Якщо вловлювана речовина газоподібна, можливі два альтернативних варіанти: *адсорбція* чи *абсорбція* домішок з газової суміші або подальші хімічні перетворення компонентів суміші.

Абсорбція газів широко застосовується в тих випадках, коли очищенню підлягають великі газові потоки, наприклад, пари HCl , аміак, SO_2 і CO_2 .

Адсорбція газів на твердих сорбентах більш застосовується для поглинання невеликої кількості газів, наприклад, пари води – силікагелем, CO_2 – вапном, пари органічних сполук – активованим вугіллям.

Під **хімічними перетвореннями** газів з метою очищення мають на увазі спалювання чи каталітичний процес, зокрема каталітичне окислення органічних сполук. Проте до цього методу можна віднести і збільшення тривалості процесу для закінчення реакції замість того, щоб „заморозити” газову суміш перед безпосереднім викидом її в атмосферу.

Отже, технологія видалення газових забруднень з газового потоку оснований на хімічних реакціях чи на процесах адсорбції, чи абсорбції. В переважній більшості одночасно застосовують один із методів, тому для конструктивного розроблення газоочисних установок можуть застосовуватися типові заходи хімічного машинобудування.

Видалення твердих частинок малого діаметра і краплин рідини значно складніше і сувора фізична класифікація методів не є можливою, тому що в дію можуть вступати, а часто і вступають різні комбіновані методи. До основних фізичних операцій, що використовуються для цієї мети, відносяться

гравітаційне осадження, центрифугування, інерційний чи прямий захват, броунівська або вихрова дифузія, осадження (термічне, електростатичне чи магнітне), броунівська чи акустична агломерація і турбулентне розділення.

У більшості пиловловлювальних пристроїв звичайно декілька згаданих вище процесів одночасно беруть участь в очищенні газового потоку, хоча частіше всього тільки один з них є основним при осадженні частинок певного типу. Так, процес фільтрування заснований на інерційному і прямому захваті та броунівській дифузії. Проте броунівська дифузія відіграє домінуючу роль у видаленні частинок субмікронних розмірів, тоді як інерція і прямий захват є основними механізмами вловлювання частинок мікронного розміру.

При цьому процесі важливу роль відіграють також електростатичні сили, тому що заряджені частинки можуть індукувати заряд на незарядженому, фільтрувальному середовищі.

Перш ніж рекомендувати той чи інший метод і відповідно сконструювати газоочисне обладнання, необхідно встановити, які речовини необхідно видалити з газового потоку, об'єм потоку і його параметри. Таким чином, необхідно провести аналіз газового потоку і його компонентів. До найнеобхіднішої інформації відносяться швидкість газового потоку, температура і склад газів, природа компонентів, які вилучаються, а також необхідний ступінь очищення. У табл. 1.1 наведені розміри вловлюваних частинок апаратів пилоочищення та інших показників, які необхідно враховувати при виборі апаратів пилоочищення.

Наведені дані служать тільки попередньою інформацією при виборі способу і апаратів пилогазоочищення. Наприклад, при виборі варіанта фільтраційного очищення необхідно враховувати агресивність пилогазового потоку, а при електричному очищенні – питомий електричний опір аерозольних частинок в газовому потоці та інші фізико-хімічні властивості дисперсної фази.

Таблиця 1.1 – Показники для вибору апаратів пиловловлювання

Пиловловлювачі	Максимальний вміст пилу в газі, кг/м ³	Розміри уловлювальних частинок, мкм	Ступінь очищення, %	Гідравлічний опір, кПа	Максимальна температура на входів апарат, °С
1	2	3	4	5	6
Пилоосаджувальні камери	-	100	30-40	-	Не лімітується
Жалюзійні пиловловлювачі	0,02	25	60	500	400-500
Циклони	0,40	10	70-95	400-700	400
Батарейні циклони	0,10	10	85-90	500-800	400
Рукавні фільтри	0,02	1	98-99	500-2500	100-250
Відцентрові скрубери	0,05	2	85-95	400-800	Не лімітується

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
Пінні апарати	0,03	2	95-99	300-900	Не лімітується
Скрубери з рухомою насадкою	0,02	1	96-99	300-1000	Не лімітується
Електро-фільтри	0,01-0,05	0,005	99 і менше	100-200	425

Подібний метод аналізу фізико-хімічних параметрів газів застосовують при виборі способів очищення від газових домішок. Якщо, наприклад, для вибору мокрого способу очищення достатньо мати дані про витрати газу, то для вирішення питання про застосування методу абсорбції необхідно знати склад і вміст газових домішок, які видаляються. Критерієм підбору абсорбенту є розчинність в ньому відповідного газу.

Деколи можливо, а в ряді виключно складних проблем і економічно необхідно, в принципі відмовитися від очищення газів або шляхом зміни самого технологічного процесу, або перемістити виробництво на придатний майданчик, або ж просто підвищити викидну трубу.

Якщо газоочисна установка призначена для нового технологічного процесу, то необхідно отримати і оцінити інформацію про швидкість газового потоку, температуру і склад газу. При цьому інформацію про природу речовин, які вилучаються, отримують з літературних джерел або на основі аналогічного підприємства, або ж з даних лабораторних досліджень.

Після аналізу проблеми стає можливим провести розрахунки, віднесені до видалення газоподібних компонентів або частинок. З допомогою розрахунків можна отримати висновки про можливі механізми очищення, також про розміри і складність необхідного обладнання. Таке економічне оцінювання методів очищення газів дозволить вибрати найпридатніший з них і покаже його вартість.

1.5 Ступінь очищення газів. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Ступінь необхідного очищення газів визначається верхнім порогом концентрації, яка допустима для даного процесу.

Граничні величини викидів визначаються, виходячи з трьох основних міркувань:

- концентрація, яка загрожує рослинному чи тваринному світові;
- законодавчі обмеження, визначені державою чи місцевою владою;
- зменшення забруднень повітряного басейну для забезпечення життєдіяльності людей.

Ці міркування взаємозалежні. Так, законодавчими обмеженнями встановлені концентрації викидів в атмосферу, які наносять шкоду тваринному чи рослинному світу.

Концентрація – маса(мг) речовини в одиниці об'єму(м³) повітря при нормальних умовах – є основною фізичною характеристикою домішок атмосфери. Концентрація домішок визначає фізичний, хімічний та інші види впливу речовин на людину і навколишнє середовище й служить основним параметром при нормуванні вмісту домішок в атмосфері.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це максимальна концентрація домішок в атмосфері, віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичній дії чи протягом всього життя людини не чинить ні на неї, ні на навколишнє середовище в цілому шкідливої дії (включаючи віддалені наслідки).

Якщо речовина чинить на навколишню природу шкідливу дію в менших концентраціях, ніж на організм людини, то при нормуванні виходять з порогу дії цієї речовини на навколишню природу.

Гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів регламентовані Державними санітарними правилами охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97), згідно з якими встановлені: клас небезпечності речовини, допустимі максимальна разова і середньодобова концентрації домішок. ГДК деяких забруднювальних речовин наведені в додатку Б.

Максимальна разова ГДК_{макс} – основна характеристика небезпечності шкідливої речовини. Вона встановлюється для попередження рефлексорних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, зміна біоелектричної активності головного мозку тощо) при короткочасній дії атмосферних домішок.

Середньодобова ГДК_{с.д.} встановлена для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та іншого впливу речовин на організм людини.

Найбільша концентрація кожної шкідливої речовини в приземному шарі не повинна перевищувати максимально разової гранично допустимої концентрації при експозиції не більше 20 хв.

Однонаправлену дію мають, наприклад, такі шкідливі речовини, як діоксиди сірки і азоту; діоксид сірки і сірководень; сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна, азотна); етилен, пропілен, бутилен, амілен; озон, діоксид азоту, формальдегід тощо. Максимальні концентрації шкідливих речовин визначають за разовими пробами, відібраними протягом 20 хв. Середньодобові концентрації визначають або як середньоарифметичне значення концентрацій разових проб, для яких встановлюють періодичність їх відбору, або з добових концентрацій, одержаних безперервно протягом 24 годин.

Відповідно до вимог ДСП-201-97 для кожного проектного і діючого промислового підприємства встановлюються *гранично допустимі викиди (ГДВ)* шкідливих речовин в атмосферу при умові, що викиди шкідливих речовин від даного джерела в сукупності з другими джерелами (з врахуванням перспективи їх розвитку) не створять приземну концентрацію, яка перевищує ГДК.

Встановлюються також контрольні значення ГДВ в грамах за секунду, які не повинні перевищуватися в будь-який двадцятихвилинний інтервал часу. Крім того, контроль ГДВ проводиться в середньому за добу, місяць, рік.

ГДВ шкідливих речовин встановлюють для кожного джерела забруднення атмосфери. Для неорганізованих викидів і сукупності дрібних одиночних джерел (вентиляційні викиди, викиди стаціонарних енергоустановок тощо) встановлюють сумарний ГДВ.

Тимчасово погоджені викиди (ТПВ) шкідливих речовин встановлюються для підприємств, якщо неможливо забезпечити ГДВ. Величини ТПВ погоджуються з Держкомприроди з поетапним їх зниженням.

ГДВ і ТПВ шкідливих речовин переглядаються не рідше одного разу на 5 років.

1.6 Знепилювання промислових газів у сухих інерційних апаратах

Видалення пиловидних частинок з газових потоків з використанням сили ваги, інерційних і, зокрема, відцентрових сил інколи (частіше всього зарубіжній літературі) називають *механічним способом осадження пилу*.

Осадження в полі сили ваги (гравітації) застосовують для грубого очищення запилених газів від частинок розміром 30....100 мкм і більше, інерційне осаджування – для видалення частинок розміром 25...30 мкм, а відцентрове – для видалення ще більш дрібних (до 5 мкм) частинок.

Основним принципом роботи сухих інерційних пиловловлювачів є виведення пилових частинок з газопилового потоку шляхом осадження частинок під дією сили ваги. За цим принципом працюють всі апарати сухого інерційного знепилювання газів: пилоосаджувальні камери, жалюзійні апарати, циклони в одиночному і груповому виконанні, батарейні циклони, прямоточні циклони, інерційні пиловловлювачі, вихрові пиловловлювачі, димососи-пиловловлювачі.

1.6.1 Пилоосаджувальні камери

Пилові камери діють за принципом осадження частинок при повільному русі пилогазового потоку через робочу камеру, тому основними розмірами камери є її висота і довжина (рис. 1.1). Геометричні розміри визначають час перебування пилогазового потоку в камері і відповідно ефективність очищення.

Пилові камери громіздкі і мають низьку ефективність. Тому вони застосовуються в основному для вловлювання великих частинок сировинних матеріалів після оберткових цементних печей, печей для обпалювання магнезиту і доломіту тощо. Матеріалом для будування камер можуть служити цегла, збірний залізобетон, сталь, дерево (для холодних газів). Для рівномірного газорозподілення по перерізу пилоосаджувальні камери можуть обладнуватися дифузорами і газорозподільними решітками, а для зниження висоти осадження частинок – горизонтальними

чи похилими полицями. В деяких конструкціях пилових камер для підвищення їх ефективності передбачається влаштування ланцюгових чи дротяних завіс і відхильних перегородок, що дозволяє додатково до гравітаційного ефекту використовувати ефект інерційного осадження частинок при обтіканні потоком газів різних перешкод. Ступінь очищення газів у пилоосаджувальних камерах звичайно не перевищує 40...50%. При цьому задовільно осаджуються тільки частинки пилу більше 40...50 мкм.

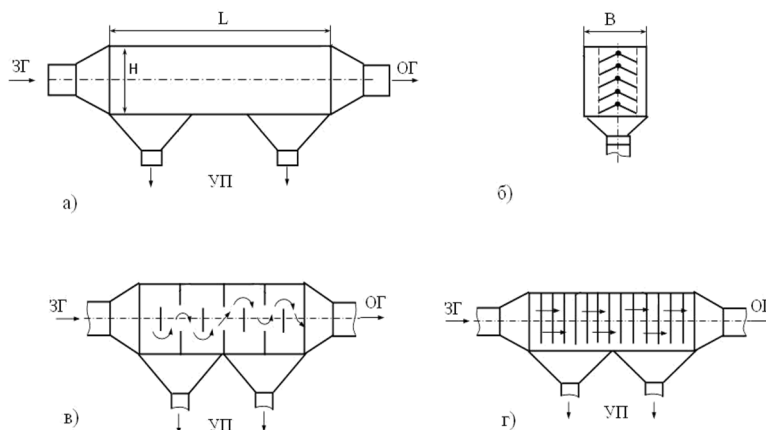


Рисунок 1.1 – Схеми пилоосаджувальних камер:

- а) найпростіша конструкція з розширенням пилопроводу;
- б) багатополична; в) з перегородками; г) з ланцюговими чи дротяними завісами.

1.6.2 Інерційні пиловловлювачі

Ефективність знепилювання в простій пилоосаджувальній камері може бути збільшена, а габарити її зменшені, якщо ефекту гравітаційного осадження частинок додати додатково момент руху вниз. Цей принцип закладений в основу багатьох конструкцій пиловловлювачів. Типовим представником цього класу пиловловлювачів є пилові мішки (рис. 1.2, а), які застосовуються в металургії. В такому апараті вхідна циліндрична труба додає частинкам додатково до гравітаційної сили момент, рівний приблизно $g/3$. Наприклад, такий пиловловлювач, встановлений за доменною піччю, забезпечує ступінь вловлювання до 65...80% частинок більше 30 мкм.

Інерційний пиловловлювач, наведений на рис. 1.2 б вмонтовується в газоходи діаметром більше 2 м. Випадання великих частинок в бункер відбувається внаслідок відхилення потоку від прямолінійного руху.

Камера з перегородкою (рис. 1.2, в) за ефективністю не набагато відрізняється від звичайної осаджувальної камери, але має більший гідравлічний опір, який можна знизити за рахунок більш плавних поворотів.

В сучасних конструкціях інерційних пиловловлювачів механізм осадження частинок заснований на зміні напрямлення руху. Пилогазовий потік проходить вертикально вниз циліндричним газоходом, потім змінює напрямлення руху на 180° і проходить через кільцевий зазор. Вловлений пил

зсипається в бункер. Ефект пиловловлювання значно залежить від правильно підбраного кільцевого зазору.

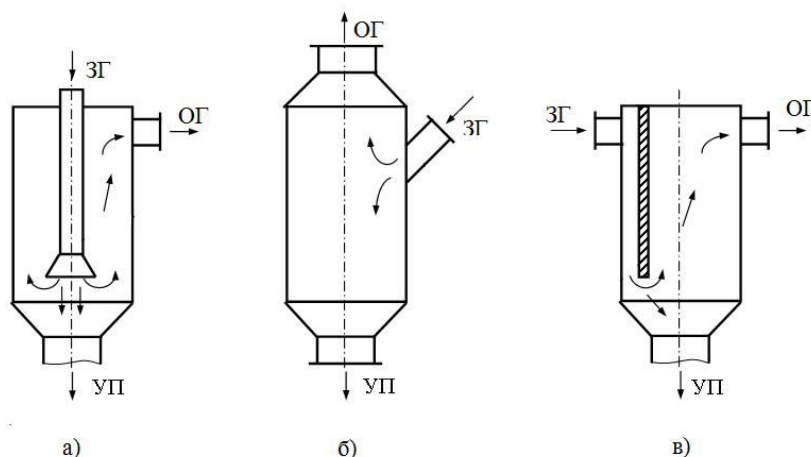


Рисунок 1.2 – Найпростіші пилоосаджувачі інерційної дії:
 а) пиловий мішок з центральним підведенням газу; б) пиловий мішок з боковим підведенням газу; в) пилоосаджувач з відбивною перегородкою.

1.6.3 Жалюзійний пиловіддільник

Для розділення газового потоку на очищений газ і збагачений пилом газ використовують жалюзійний пиловіддільник (рис. 1.3).

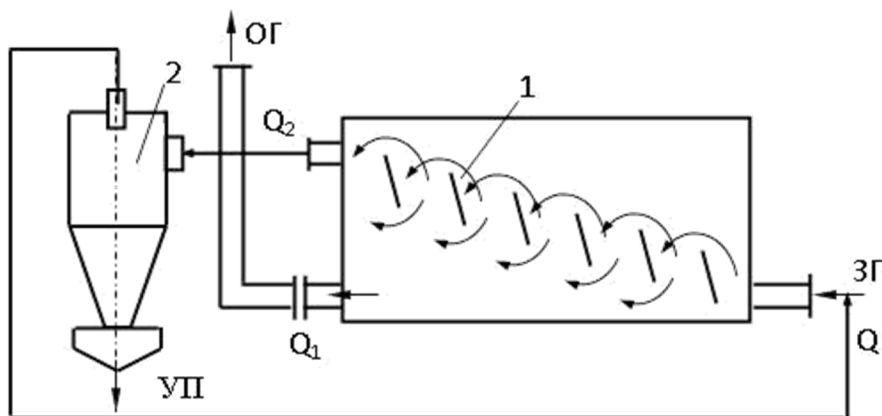


Рисунок 1.3 – Конструктивна схема жалюзійного пиловловлювача з пластинами:

1 – жалюзійні пластини; 2 – циклон

Основними позитивними якостями жалюзійних пиловіддільників є малий гідравлічний опір і значно менші порівняно з будь-якими іншими пиловловлювачами розміри. Негативні якості – зношення пластин решітки при високій концентрації особливо великого пилу і можливість утворення відкладень при охолодженні газів до точки роси.

1.6.4 Циклони

Циклонні апарати завдяки дешевизні та простоті будови і обслуговування, порівняно невеликому опору і високій продуктивності є найрозповсюдженішим типом сухого механічного пиловловлювача (рис.1.4.)

Циклонні пиловловлювачі мають такі переваги:

відсутність рухомих частин в апараті;

надійне функціонування при температурах газів майже до 500°C без будь-яких конструктивних змін (якщо передбачається використання більш високих температур, то апарати можна виготовляти із спеціальних матеріалів);

можливість вловлювання абразивних матеріалів при захисті внутрішньої поверхні циклонів спеціальним покриттям;

пил вловлюється в сухому вигляді;

гідравлічний опір апаратів майже постійний;

апарати успішно працюють при високих тисках газів;

пиловловлювачі надто прості у виготовленні;

зростання запиленості газів не приводить до зниження фракційної ефективності очищення.

Правильно запроектовані циклони можуть експлуатуватися надійно протягом багатьох років.

Разом з тим необхідно мати на увазі, що гідравлічний опір високо-ефективних циклонів досягає 1250....1500 Па, тому частинки розміром менше 5 мкм вловлювати циклонами погано.

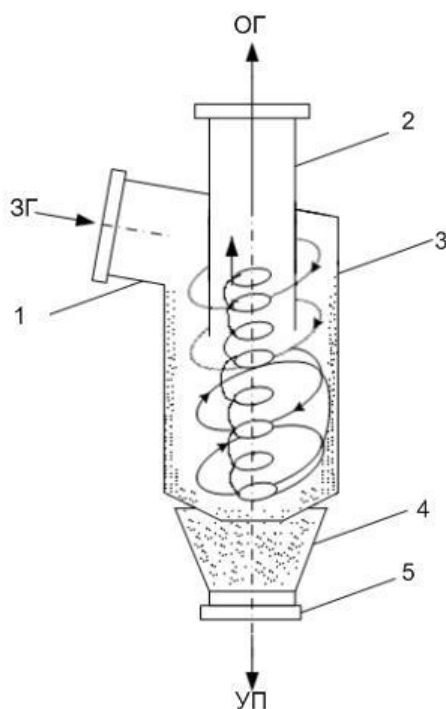


Рисунок 1.4 – Схема циклона:

1 – вхідний патрубок; 2 – вихлопна труба; 3 – корпус;
4 – пилоосаджувальний бункер; 5 – пиловий затвор

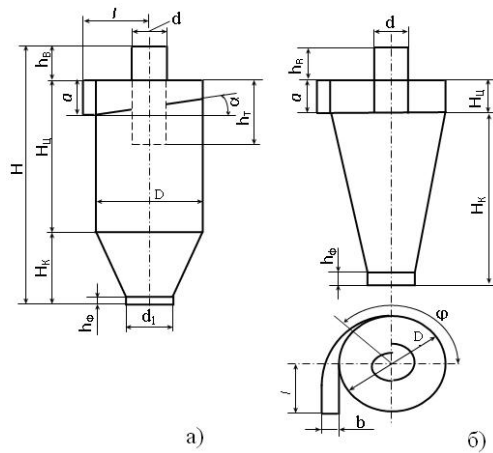


Рисунок 1.5 – Конструктивні схеми циклонів:
а) циліндричний; б) конічний

Максимальне розрідження (тиск) газів, які поступають в циклони, не повинно перевищувати 2500 Па. Температура газів для уникнення конденсації парів рідини вибирається на 30...50°C вищою температури точки роси, а за умовами міцності конструкції – не вище 400° С. Продуктивність циклона залежить від його діаметра, збільшуючись зі зростанням останнього. Ефективність очищення циклонів серії ЦН зменшується зі збільшенням кута входу в циклон. Циліндричні циклони серії ЦН рекомендується використовувати для попереднього очищення газів і встановлювати перед фільтрами чи електрофільтрами.

Конічні циклони серії СК типу СДК-ЦН-33 і СК-ЦН-34 відрізняються від циліндричних циклонів серії ЦН більшим опором, значно більшою ефективністю і, в деяких випадках, можуть забезпечити необхідне очищення викидів, замінивши більш складні в експлуатації мокрі пиловловлювачі. Зовнішньо ці циклони відрізняються від циліндричних більш видовженою конічною частиною, спіральним вхідним патрубком і меншим діаметром вихлопної труби.

1.6.5 Вихрові пиловловлювачі

Вихрові пиловловлювачі відносяться до прямоточних апаратів відцентрової дії. Вони відрізняються від циклонів високою (до 98...99%) ефективністю очищення газів від дрібнодисперсних частинок пилу (3...5 мкм), меншою питомою витратою енергії та можливістю очищення газів з вищою температурою (до 973 К). В той же час вихрові пиловловлювачі складніші за будовою і експлуатацією, потребують встановлення додаткового пристрою для подання вторинного повітря.

На рис. 1.6 наведені два основних типи вихрових пиловловлювачів: соплові та лопатні.

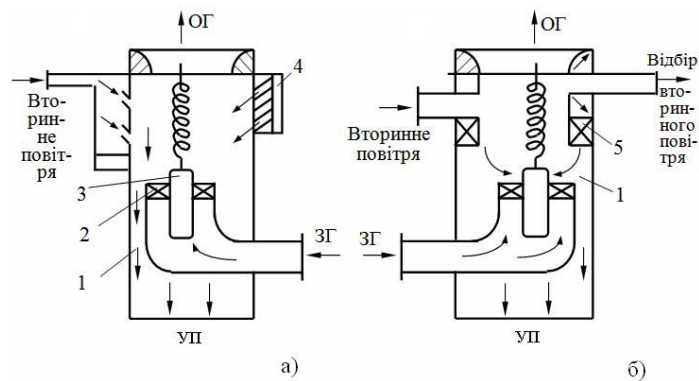


Рисунок 1.6 – Схематичне зображення вихрових пиловловлювачів:

а) соплового типу; б) лопатного типу: 1 – робоча камера; 2 – підпірна шайба; 3 – лопатний завихрювач; 4 – сопловий завихрювач; 5 – кільцевий лопатний завихрювач

Запиленний газ поступає в камеру 1 через вхідний патрубок з лопатними завихрювачами 2, внаслідок чого потік закручується і відцентрові сили, які виникли в ньому, відкидають частинки пилу до стінок апарата. Одночасно направляється зустрічний потік вторинного повітря, яке закручується за допомогою соплового 4 або кільцевого лопатного 5 завихрювача і рухається вздовж стінок камери, відводячи увесь пил у спеціальний бункер. Вторинне повітря для закручування потоку можна забирати із зовнішнього середовища, з потоку очищеного газу або з запиленого повітря. Останній варіант найбільш економічний; в цьому випадку можна підвищити продуктивність пиловловлювача на 40...65% без помітного зниження ступеня очищення.

Одиничні вихрові пиловловлювачі можна легко групувати, забезпечуючи при цьому очищення великих об'ємів (до 315000 м³/год) запиленого газу.

1.6.7 Динамічні пиловловлювачі

У динамічних пиловловлювачах очищення газів від пилу здійснюється за рахунок відцентрових сил і сил Коріоліса, які виникають при обертанні робочого колеса. Динамічні пиловловлювачі, як правило, виконують одночасно функції вентилятора чи димососа і апарата для виділення з пилогазового потоку частинок пилу. За принципом дії динамічні пиловловлювачі поділяються на дві групи:

- апарати, в яких відцентрова сила направлена назустріч повітряному потоку;

- апарати, в яких напрям потоку і відцентрових сил збігаються. Вони характеризуються відносно невеликою ефективністю (50...90%) і малою продуктивністю (до 2000 м³/год.).

Із динамічних пиловловлювачів найбільше використовується димосос-пиловловлювач. Апарат призначений для вловлювання частинок пилу з середнім розміром більше 15 мкм. Димосос-пиловловлювач застосовується для очищення димових газів малих котелень, в ливарних виробництвах для

очищення аспіраційних викидів і на асфальтобетонних заводах для очищення газів сушильних барабанів.

1.7 Очищення газів фільтруванням

Фільтрація – один із найдавніших і найширше використовуваних методів видалення частинок із запиленних газових потоків. В сучасному вигляді фільтрація забезпечує вловлювання найрізноманітніших частинок розміром від видимого до біля молекулярного. Фільтрація, як показано на рисунку 1.7 здійснюється у фільтрі, розділеному пористою перегородкою на дві камери – запиленого і очищеного газу

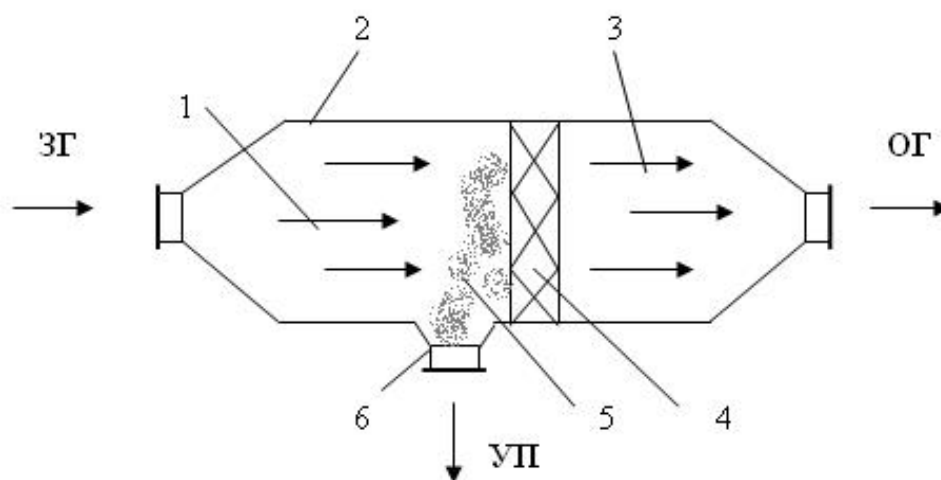


Рисунок 1.7 – Схема фільтрувального апарата:

1 – запилений газ; 2 – корпус; 3 – очищений газ; 4 – фільтрувальна перегородка;
5 – вловлюваний пил; 6 – пристрій для вивантаження пилу

Як пористі перегородки застосовуються волокнисті тканини та неткані матеріали, насипний шар і жорсткі пористі матеріали.

Ефективність осаджування частинок у початковий період роботи фільтра невелика через відносно великі пори у фільтрувальній перегородці. Осаджування відбувається за рахунок безпосереднього дотику частинок пилу до волокон чи зерен фільтрувальної перегородки, дії сил інерції, дифузії та електростатичного притягання. В цей період на лобовій поверхні пористого шару утворюються острівки пилу, які у волокнистих фільтрах поступово змикаються в суцільний, але ще тонкий шар. В принципі такий шар стає непроникним для частинок, які знову набігають на пористу перегородку, й теоретично ефективність фільтра повинна бути рівною 100%. Однак абсолютна ефективність роботи у фільтрах не досягається з двох основних причин: через мікровібрації фільтрувального матеріалу та внаслідок утворення тріщин і пустот у пиловому шарі при регенерації. Ці причини обумовлюють проникнення пилу в зону очищеного газу в режимі фільтрування.

В процесі роботи фільтра маса пилу на поверхні та в об'ємі пористої перегородки збільшується, і відповідно росте гідравлічний опір. В той момент, коли він досягне наперед заданого оптимального значення, вмикається система

регенерації і пил скидається в бункер. При цьому гідравлічний опір фільтрувальної перегородки не знижується до рівня опору чистого матеріалу, що практично неможливо і недоцільно, тому що зразу після регенерації має місце підвищене проскакування пилу. В міру запилення опір знову зростає.

Постійна зміна гідравлічного опору – одна із особливостей апаратів фільтрувального типу.

Залежно від призначення і допустимого пилового навантаження сучасні фільтри умовно поділяють на повітряні та промислові. Повітряні фільтри призначені для знепилювання атмосферного повітря в системах припливної вентиляції, кондиціонування і повітряного опалення виробничих, службових і громадських будівель, подачі повітря на теплотехнічні потреби, повітряного охолодження газотурбінних установок, підстанцій агрегатів живлення електрофільтрів. Працюють повітряні фільтри при концентрації пилу менше 50 мг/м^3 та швидкості фільтрування до $2,5 \dots 3 \text{ м/с}$. Промислові фільтри (зернисті, волокнисті, тканинні) застосовуються для очищення промислових газів концентрацією дисперсної фази до 60 г/м^3 .

1.7.1 Тканинні фільтри

Тканинні (рукавні) фільтри призначені для очищення неагресивних, невибухонебезпечних і не схильних до злипання та утворення конденсату газопилових сумішей від твердих частинок при температурі до 300°C . Як фільтрувальний матеріал в них використовують різні тканини (бавовняні, шерстяні, нітронові, лавсанові тощо) високої міцності та підвищеної теплової і хімічної стійкості. Головною конструктивною ознакою для рукавних фільтрів є улаштування регенерації, згідно з якою ці фільтри поділяються на такі типи :

- 1 – з регенерацією механічним струшуванням;
- 2 – з регенерацією зворотною продувкою атмосферним повітрям чи очищеним газом;
- 3 – з регенерацією механічним струшуванням в поєднанні з улаштуванням для регенерації зворотною продувкою;
- 4 – з регенерацією стиснутим повітрям.

Умовне позначення типорозміру фільтра: Ф – фільтр; Р – рукавний; К – каркасний; О – зі зворотною продувкою; І – з імпульсною продувкою; ДІ – з двобічною імпульсною продувкою; цифри після буквених позначень – поверхня фільтрування. Схема рукавного фільтра представлена на рисунку 1.8

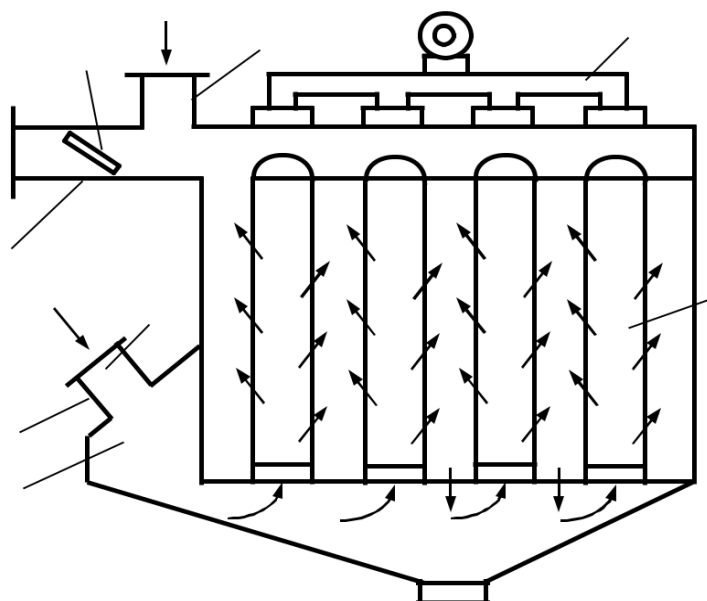


Рисунок 1.8 – Рукавний фільтр зі струшуванням і зворотною продувкою:

1 – корпус; 2 – колектор; 3 – газохід запилених газів; 4 – патрубок очищених газів; 5 – клапан; 6 – продувний колектор; 7 – струшувальний механізм; 8 – верхня решітка; 9 – рукав

1.7.2 Волокнисті фільтри

Волокнисті фільтри тонкого очищення використовують в атомній енергетиці, радіоелектроніці, точному приладобудуванні, промисловій мікробіології, в хіміко-фармацевтичній та інших галузях. Фільтри дозволяють очищати великі об'єми газів від твердих частинок всіх розмірів, включаючи субмікронні. Їх широко застосовують для очищення радіоактивних аерозолів. Для очищення на 99% (для частинок 0,05...0,5 мкм) застосовують матеріали у вигляді тонких листів чи об'ємних шарів із тонких або ультратонких волокон (діаметр менше 2 мкм). Швидкість фільтрування в них складає 0,01...0,15 м/с, опір чистих фільтрів не перевищує 200...300 Па, забитих пилом фільтрів 700...1500 Па. Вловлювання частинок у фільтрах тонкого очищення відбувається за рахунок броунівської дифузії та ефекту дотику.

Оптимальна конструкція фільтрів тонкого очищення повинна відповідати таким вимогам: найбільшій поверхні фільтрації при найменших габаритах; мінімальному опорі; можливості більш зручного і швидкого улаштування; надійної герметичності групового складання окремих фільтрів.

У фільтрах малої продуктивності в одному корпусі розміщують фільтри грубого очищення із набивного шару лавсанових волокон товщиною 100 мм і фільтри тонкого очищення з матеріалу типу ФП (фільтр Петрянова) – із полімерних смол. Такі фільтри називаються двоступеневими або комбінованими.

1.7.3 Зернисті фільтри

При наявності вологих газів або злипливого пилу застосування тканинних фільтрів для очищення газів недоцільне через можливе заливання рукавів. Якщо ж пил мав великий електричний опір, то неефективними виявляються і електрофільтри.

У подібних ситуаціях як альтернативний варіант апаратурного оформлення процесу пилогазоочищення можна вибрати зернисті фільтри.

Оптимальні області використання цих пиловловлювачів – високотемпературне очищення газів без попереднього охолодження і сухе комплексне очищення від пилу та газоподібних домішок з насипним шаром адсорбента чи каталізатора.

Переваги таких фільтрів полягають в невисокій вартості та доступності матеріалів, можливості роботи з високотемпературними і агресивними середовищами при значних механічних навантаженнях і перепадах тиску. Незважаючи на це, зернисті фільтри застосовують порівняно рідко через конструктивні недоліки апарата, періодичності дії, громіздкості, невеликої продуктивності та недосконалості деяких вузлів, наприклад, пристроїв регенерації фільтрувального шару тощо.

Зернисті фільтри поділяються на дві групи: насипні та жорсткі пористі. До першої групи відносяться фільтри, в яких елементи, які складають фільтрувальний шар, не мають жорсткого зв'язку один з одним. Це фільтри з нерухомим насипним зернистим шаром, з рухомим шаром, а також з псевдозрідженим шаром. До другої групи відносяться фільтри, в яких зерна зв'язані між собою і утворюють агломерати, одержані спіканням, склеюванням чи пресуванням. У насипних фільтрах насадкою можуть служити різні матеріали: пісок, гравій, шлак, щебінь, кокс, дерев'яна тирса, дрібняк, гранули гуми і пластмаси, стандартні насадки (кільця Рашіга, Берля тощо).

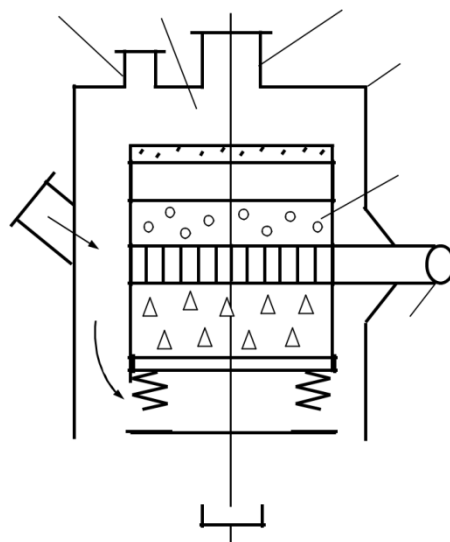


Рисунок 1.8 – Схема зернистого фільтра з нерухомим фільтрувальним шаром: 1 – продувний патрубок; 2 – камера очищеного газу; 3 – вихідний патрубок; 4 – корпус; 5 – насипні фільтрувальні шари; 6 – вібратор; 7 – пружини; 8 – бункер для пилу

Зернистий гравійний фільтр ЗФ з нерухомим фільтрувальним шаром (рис. 1.8) складається з трьох секцій, в кожній з яких розташований фільтрувальний шар висотою 100 мм. В першому за рухом газу шарі розмір зерен складає 5..10 мм, в другому – 3...5 мм і в третьому – 2,5...3 мм. Для регенерації шару застосовують вібратор 6, за допомогою якого секція здійснює коливальний рух. Одночасно робочий простір секції відключається від каналу очищеного газу і з'єднується патрубком 1 з продувним вентилятором. Під дією надлишкового тиску повітря, яке рухається в зворотному напрямку через насипний шар, захоплює з собою пил.

1.8 Електричне очищення газів

Електричне очищення – один з найдосконаліших видів очищення газів від завислих частинок пилу і туману. Апарати для очищення газів під дією електричних сил називаються *електричними фільтрами*.

Гази, які очищаються, пропускають через неоднорідне електричне поле, що утворюється між коронувальним 4 і осадовим 1 електродами (рис. 1.9). Коронувальні електроди ізолювані від землі й до них підводиться випрямлений струм негативної полярності напругою 50...80 кВ; осадові електроди заземлені й під'єднані до позитивного полюса. Як осадові електроди використовуються циліндричні або шестигранні труби і профільовані пластини. Коронувальні електроди часто виконуються у вигляді тонкого дроту. Під дією електричного поля, яке виникає між електродами, вільні електрони і позитивно заряджені молекули починають переміщуватися за напрямом силових ліній поля.

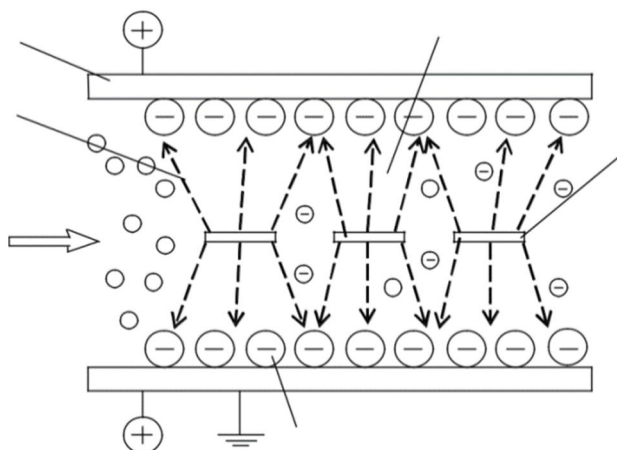


Рисунок 1.9. – Принцип роботи електрофільтра:

- 1 – осадовий електрод; 2 – електричне поле; 3 – заряджена зона;
4 – коронувальний електрод; 5 – шар осілого пилу

Напрямок руху кожного заряду визначається його знаком, а швидкість руху – напруженістю поля; чим вища напруженість, тим більше прискорення одержують іони і електрони. При достатньо високій швидкості іони і електрони, зіткнувшись з нейтральними газовими молекулами, іонізують їх, тобто вибивають з них частину зовнішніх електронів. Знову створені

електрони, в свою чергу, також іонізують молекули газу. Такий процес прийнято називати ударною іонізацією. Найінтенсивніше ударна іонізація проходить біля поверхні корону вального електрода, до якого підведена напруга. Широке використання електрофільтрів в різних галузях промисловості привело до створення різних типів і конструкцій апаратів.

За розміщенням зон зарядки і осаджування електрофільтри поділяються на однозонні та двозонні. В однозонних зони зарядки і осадження суміщені, а в двозонних зарядження проходить в іонізаторі, а осаджування – в осаджувачі.

1.9 Мокре очищення газів

Процес мокрого пиловловлювання заснований на контакті запиленого газового потоку з рідиною, осадженні частинок пилу на поверхню рідини (краплин або плівки) і винесенні їх з апарата у вигляді шламу. Осадження частинок пилу на рідину проходить під дією сил інерції та броунівського руху.

Сили інерції діють на частинки пилу і краплини рідини при їх зближенні. Ці сили залежать від маси краплин і частинок, а також від швидкості їх руху. Частинки пилу малого розміру (менше 1 мкм) не мають достатньої кінетичної енергії, тому при зближенні обминають краплини і не вловлюються рідиною. Броунівський рух характерний для частинок малого розміру. Для досягнення високої ефективності очищення газів від частинок домішок за рахунок броунівського руху необхідно зменшити швидкість руху газового потоку в апараті.

Крім цих основних сил на процес осадження впливають: *турбулентна дифузія, взаємодія електричнозаряджених частинок, процеси конденсації, випаровування* тощо. У всіх випадках очищення газів

мокрих пиловловлювачах важливим фактором є змочуваність частинок рідиною (чим краща змочуваність, тим ефективніший процес очищення).

У вітчизняній техніці пилоочищення апарати мокрого пиловловлювання носять назву мокрих фільтрів, мокрих газопромивачів, мокрих пиловловлювачів, в зарубіжній техніці вони відомі під назвою *мокрих скрубєрів*.

Мокры пиловловлювачі мають ряд переваг і недоліків порівняно з апаратами інших типів.

Основними перевагами мокрих пиловловлювачів є:

- невелика вартість і більш висока ефективність;
- можливість використання для очищення газів від частинок розміром до 0,1 мкм;
- можливість очищення газів при високій температурі та підвищеній вологості а також при небезпеці загорянь і вибухів очищених газів і вловлюваного пилу;
- можливість поруч з пилом одночасно вловлювати пароподібні та газоподібні компоненти.

До недоліків мокрих пиловловлювачів відносяться:

- виділення вловлюваного пилу у вигляді шлаку, що зв'язано з необхідністю оброблення стічних вод, тобто з подорожчанням процесу;

- можливість виносу краплин рідини і осадження їх з пилом в газоходах і димососах;

В разі очищення агресивних газів необхідність захищати апаратуру і комунікації антикорозійними матеріалами.

В мокрих пиловловлювачах як зрошувальна рідина найчастіше використовується вода. Залежно від поверхні контакту чи способу дії згідно з мокрі пиловловлювачі поділяють на 7 типів: порожнинистий, насадковий, пінний, механічний, ударно-інерційний, відцентровий, Вентурі.

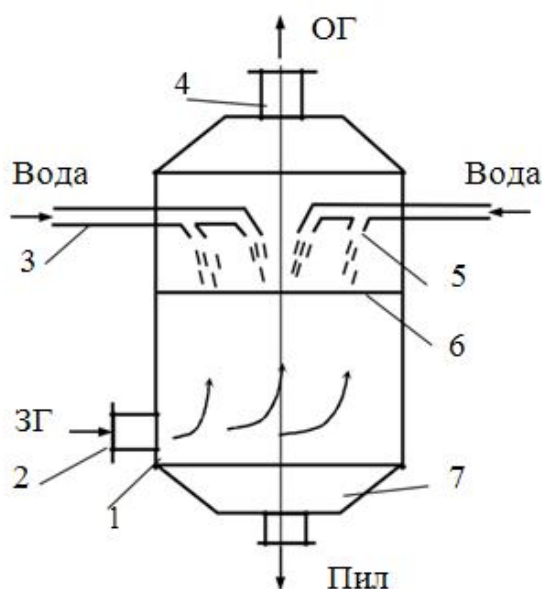


Рисунок 1.10. – Порожнинистий форсунковий газопромивник:

1 – корпус; 2 – патрубок подання запиленого газу; 3 – патрубок подання води; 4 – патрубок відведення очищеного газу; 5 – форсунки; 6 – газорозподільна решітка; 7 – бункер для шламу

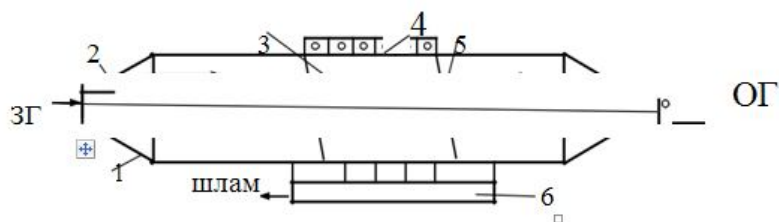


Рисунок 1.11 – Насадковий газопромивник з поперечним зрошенням:

1 – корпус; 2 – форсунки; 3 – насадка; 4 – зрошувальний пристрій; 5 – опорна решітка; 6 – шламовісбірник

Апарати з рухомою насадкою (рис. 1.12) більш розповсюджені. В них насадка знаходиться в постійному русі, тому пилом змивається, а міжелементний простір регулюється напором газу в апараті. Для забезпечення вільного перемішування насадки в газорідинній суміші густина кульок не повинна перевищувати густину рідини. Оптимальними є кульки діаметром 20...40 мм і насипною густиною 100...300 кг/м³; витрати зрошувальної рідини в межах 4...6 кг/м³; гідравлічний опір – 300...1400 Па; продуктивність для газів – 3000...40000 м³/год.

Скрубери з рухомою насадкою можуть працювати при різних режимах, але оптимальним для пиловловлювання є режим повного(розвинутого) псевдозрідження.

Для забезпечення високого ступеня пиловловлювання рекомендуються такі параметри процесу: швидкість газу – 5...6 м/с; питоме зрошення 0,5...0,7 кг/м³; вільний переріз решітки $S_0=0,4$ м²/м² при $b=4...6$ мм.

При очищенні газів, які вміщують смолисті речовини, а також пил, здатний до утворення відкладень, застосовують щілинні решітки (тарілки) з великою часткою вільного перерізу ($S_0=0,5...0,6$ м²/м²)

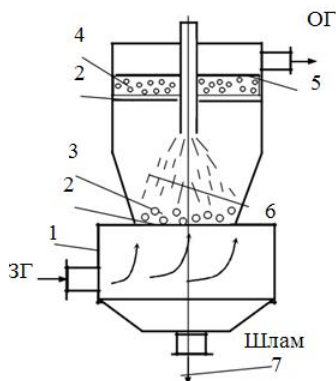


Рисунок 1.12 – Газопромивник з конічним шаром рухомої насадки:

- 1 – корпус; 2 – опорна решітка (тарілка); 3 – шар кульок;
- 4 – брызковловлювач; 5 – обмежувальна решітка; 6 – форсунка;
- 7 – шламозбірник

Основним конструктивним елементом пінного пиловловлювача (рис. .13, а; 1.13., б) є решітка (тарілка), яка разом з піною на ній служить полицею апарата. Решітки бувають дірчасті, щілинні, трубчасті та колосникові.

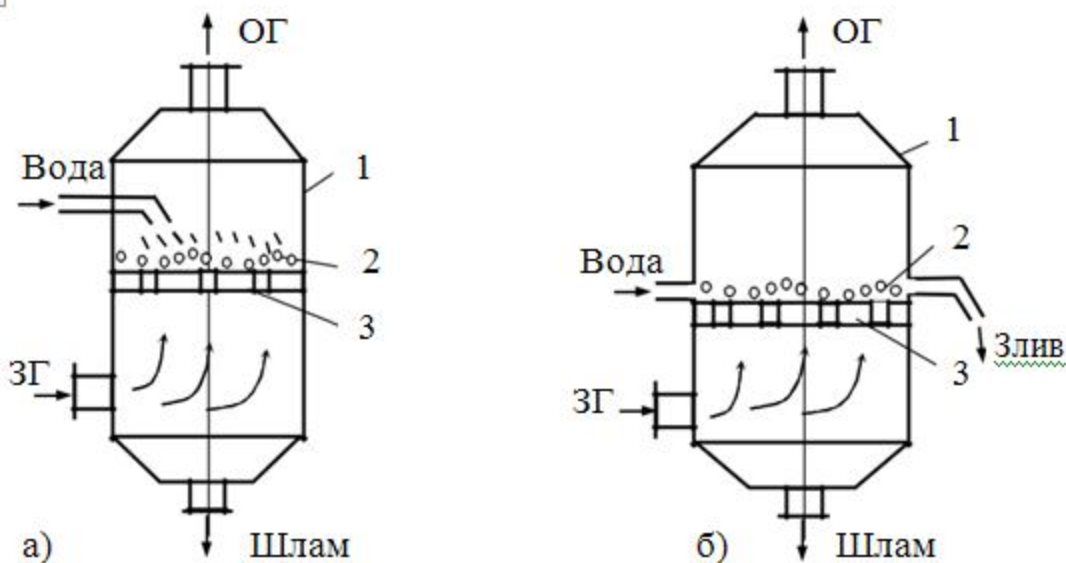


Рисунок 1.13– Барботажнопінний пиловловлювач з провальною (а), переливною (б) решітками:
1 – корпус; 2 – шар рідини і піни; 3 – решітка

Характерною особливістю механічних газопромивників є наявність обертового пристрою (ротора, диска тощо), який забезпечує розбризкування і перемішування рідини або крутіння газового потоку. Залежно від способу підведення механічної енергії апарати цього типу поділяються на механічні газопромивачі та динамічні газопромивачі. В механічних газопромивниках очищувані гази стикаються з рідиною, розбризкуваною за допомогою обертового тіла (весла з лопатками, перфорованого барабана, дисків тощо). Апарати цього типу в наш час практично не застосовуються для очищення газів від пилу динамічних газопромивниках механічна енергія, яка підводиться додатково, служить для крутіння газового потоку. Вони відрізняються від сухих динамічних пиловловлювачів тільки підведенням зрошувальної рідини, яка сприяє збільшенню їх ефективності. Воду у вентилятор подають за допомогою форсунок, розташованих перед його всмоктувальним отвором. Цей захід часто застосовується на практиці, коли для підвищення ефективності системи пиловловлювання, а також для попередження утворення відкладень вода подається в димосос, що забезпечує протягування газів через апарати газоочищення.

До апаратів ударно-інерційної дії відноситься велика група мокрих газопромивників, в яких контакт газу з рідиною здійснюється за рахунок удару газового потоку в поверхню рідини з наступним пропусканням газорідинної суспензії через отвори різної конфігурації. Внаслідок такої взаємодії утворюються краплини діаметром 300...400 мкм. Особливістю апаратів ударної дії є повна відсутність засобів перемішування рідини, і тому вся енергія, необхідна для утворення поверхні контакту, підводиться через газовий потік.

Серед мокрих газопромивників цього типу можна виділити два найбільш розповсюджених в промисловості апарати: статичний ротоклон і скруббер Дойля (рис. 1.14).

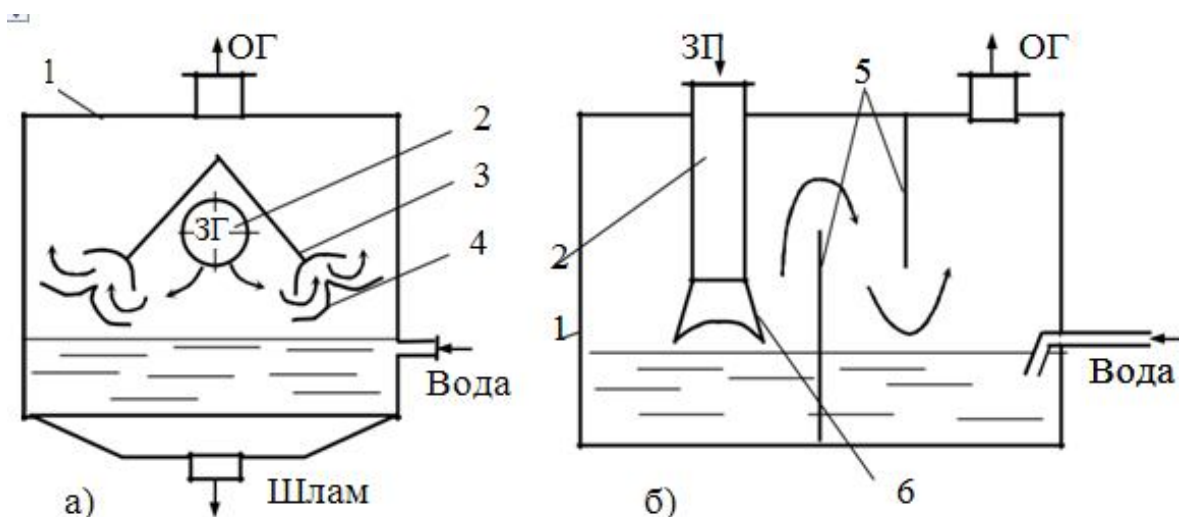


Рисунок 1.14 – Пиловловлювачі ударно-інерційної дії:
 а) статичний ротоклон; б) скруббер Дойля; 1 – корпус;
 2 – пристрій для підведення забрудненого газу; 3 – напрямні лопатки;
 4 – краплевідбійник; 5 – перегородки; 6 – конус

Ротоклон застосовується при очищенні газів, відсмоктувальних від млинів, дробарок, сушарок, сталеплавильних печей, вуглебагачувальних машин, котлоагрегатів, травильних і цинкувальних ванн тощо. Ефективність очищення газу досягає 99%. Температура газів допускається 400°C. У скрубєрі Дойля газовий потік надходить через труби, в нижній частині яких установлені конуси, які збільшують швидкість газів у вільному перерізі труби.

Газопромивники (скрубєри) відцентрової дії. Принцип використання відцентрової сили для вловлювання частинок пилу, який широко застосовується в циклонах, знайшов застосування і в цілому ряді мокрих апаратів.

До мокрих відцентрових пиловловлювачів необхідно віднести і циклон з мокрою плівкою. Зрошення внутрішніх стінок циклона перешкоджає вторинному виносу осілих на них частинок пилу.

Крім циклонів з мокрою плівкою відомі інші конструкції мокрих відцентрових пиловловлювачів, які звичайно називають мокрими відцентровими скрубєрами. Ефективність пиловловлювання цих апаратів вища, ніж звичайних циклонів, за рахунок збільшення відносної швидкості краплин і газового потоку, яка досягається при використанні відцентрових сил обертового газового потоку.

Відцентрові скрубєри, які застосовуються на практиці, конструктивно можна поділити на два види:

апарати з тангенціальним підведенням газів (рис. 1.15);

апарати, в яких закручування газового потоку здійснюється за допомогою спеціальних напрямних лопаток (рис. 1.16).

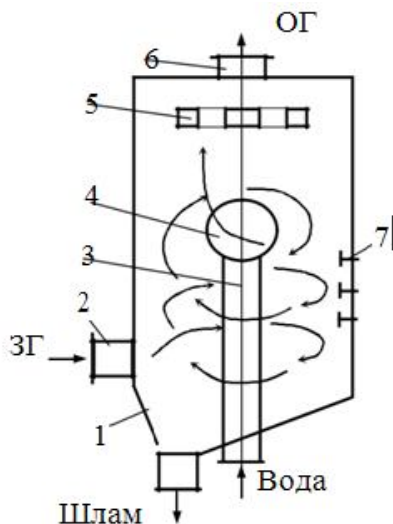


Рисунок 1.15 – Відцентровий скрубєр з тангенціальним підведенням газів:

1 – корпус; 2 – штуцер у вигляді завитка для тангенціального підведення запиленого газу; 3 – патрубок з системою зрошення для подачі води; 4 – центральний диск; 5 – лопатки для вирівнювання потоку; 6 – патрубок для відведення очищеного газу; 7 – форсунки для зрошення стінок скрубєра

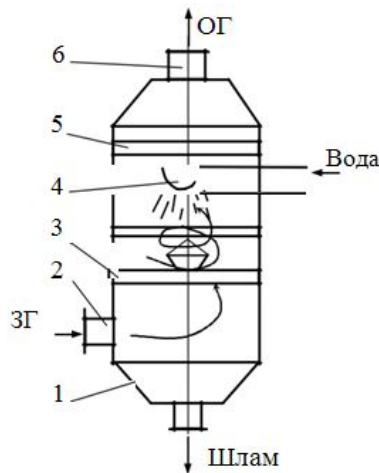


Рисунок 1.16– Відцентровий скрубер з внутрішніми завихрювачами;
1– корпус; 2 – штуцер підведення запиленого газу; 3 – завихрювач для створення тангенціального руху газів; 4 – зрошувач; 5 – розкручувач для вирівнювання газового потоку; 6 – патрубок для відведення очищеного газу

Швидкісні газопромивники (скрубери Вентурі). Швидкісні газопромивники застосовуються, головним чином, для очищення газів від мікронного і субмікронного пилу. Принцип дії цих апаратів заснований на інтенсивному дробленні газовим потоком, який рухається з великою швидкістю (біля 60...150 м/с), зрошувальної його рідини. Осадженню частинок пилу на краплинках зрошувальної рідини сприяє турбулентність газового потоку і високі відносні швидкості між вловленими частинками пилу і краплинками.

До швидкісних газопромивників відносяться скрубери Вентурі, діафрагмові (дросельні) та з рухомим дисковим шиббером (рис. 1.17). Всі вищеперераховані апарати характеризуються високим ступенем очищення, великими гідравлічними витратами і необхідністю влаштування краплеуловлювача (частіше всього циклонного типу).

Найбільш розповсюдженим апаратом цього класу є скрубер Вентурі, найефективніший з мокрих пиловловлювачів, які застосовуються в промисловості.

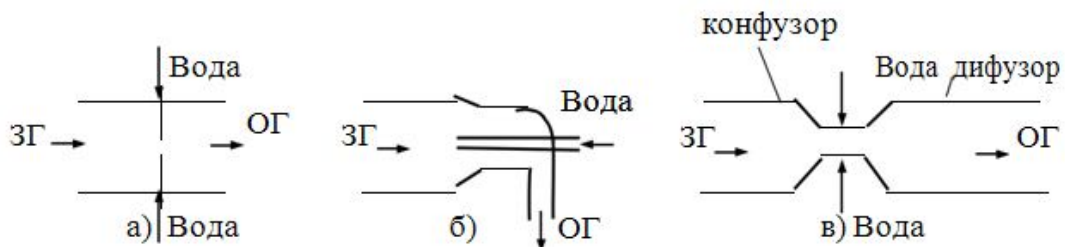


Рисунок 1.17 – Швидкісні газопромивники:
а) – діафрагмовий; б) – з рухомим дисковим шиббером; в) – Вентурі

Основна частина скрубера Вентурі, з метою зниження шкідливих гідравлічних втрат, виконується у вигляді труби Вентурі, яка має плавне звуження на вході газів (конфузор) і плавне розширення на його виході (дифузор). Вузька частина труби Вентурі називається горловиною. За конфігурацією поперечного

перерізу труби Вентурі поділяються на круглі, щілинні та кільцеві. Круглі труби Вентурі мають переважне розповсюдження при малих об'ємах очищувальних газів. При великих об'ємах газів доцільно застосовувати труби Вентурі з кільцевою горловиною і центральним підведенням зрошення або щілинні труби Вентурі з плівковим зрошенням. Найбільш розповсюджені конструкції скрубєрів Вентурі з регульованим перерізом горловини. Промислове використання знайшли дві конструкції: труба Вентурі щілинного перерізу (рис. 1.18), в якій регулювання площі горловини здійснюється за допомогою поворотних заслінок, і труба Вентурі кільцевого перерізу (рис. 1.19), в якій вздовж осі переміщується.

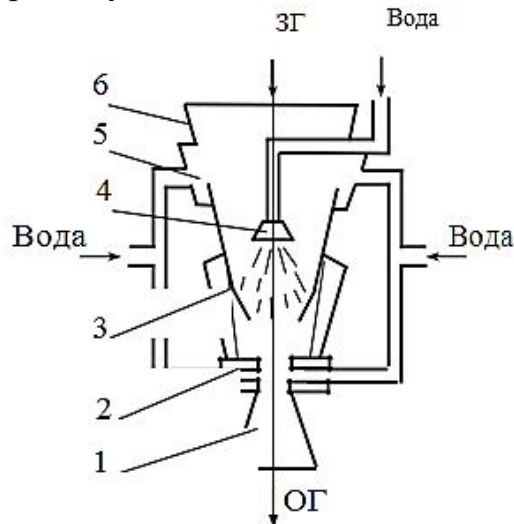


Рисунок 1.18– Труба Вентурі з регульованим перерізом щілинної горловини:
1 – дифузор; 2 – форсунки нижнього ярусу зрошування; 3 – регулювальні лопатки; 4 – форсунка; 5 – кишенья плівкового зрошування; 6 – конфузор

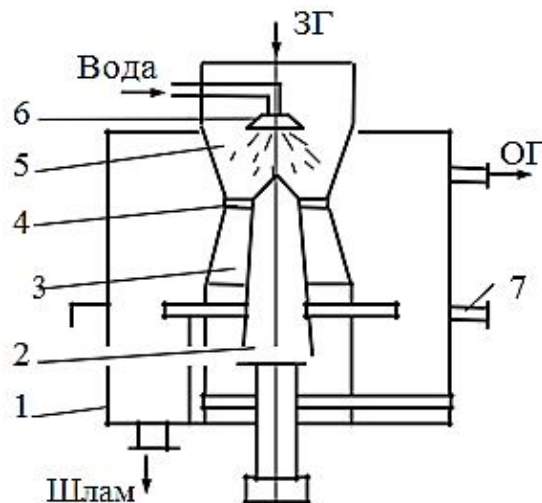


Рисунок 1.19 – Труба Вентурі з регульованим перерізом кільцевої горловини:
1 – корпус; 2 – регульовальний конус; 3 – дифузор; 4 – горловина;
5 – конфузор; 6 – форсунка; 7 – відцентровий краплеуловлювач

1.10 Очищення викидів від газо- і пароподібних забруднень

Технологічні гази промислових агрегатів (печей, котлів, ванн, вагранок) крім твердих частинок вміщують шкідливі газо- і пароподібні викиди у вигляді окислів сірки і азоту, окису вуглецю, сірководню, хлору, хлористого водню тощо, які забруднюють атмосферу. Вловлювання газоподібних викидів має на меті санітарне очищення газів і використання напівпродуктів, які вловлюються, для одержання добрив, кислот, сірки та інших цінних хімічних продуктів.

Методи очищення промислових викидів від газоподібних забруднень за характером протікання фізико-хімічних процесів поділяються на шість основних груп:

- поглинання при промиванні газів рідинами – *абсорбція*;

- промивання викидів розчинами реагентів, які хімічно сполучають домішки – *хемосорбція*;

- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами – *адсорбція*;

- термічна нейтралізація* газів;

- поглинання домішок шляхом застосування *каталітичних перетворень*;

- біохімічне очищення* газів.

Абсорбція. *Абсорбція* – фізико-хімічний процес поглинання речовин з розчинів чи сумішей газів твердими тілами або рідинами з утворенням розчинів. При абсорбції поглинання речовини відбувається всім об'ємом поглинача. Абсорбція знаходить широке застосування в техніці, головним чином для розділення газоподібних сумішей на складові частини шляхом розчинення одного чи декількох компонентів цієї суміші в рідині, яка називається *абсорбентом*. Фізична сутність процесу абсорбції пояснюється плівковою теорією, згідно з якою при стиканні рідини і газоподібних речовин на поверхні поділу обох фаз утворюються рідинна і газова плівки. Розчинний рідині компонент газоподібної суміші проникає шляхом дифузії спочатку крізь газову плівку, а потім крізь рідинну і надходить у внутрішні шари адсорбенту. Для здійснення дифузії необхідно, щоб концентрація розчиненого компонента в газовій суміші перевищувала його рівновагову концентрацію над рідиною. Якщо концентрація розчинного компонента в газоподібній суміші менша його рівновагової концентрації над рідинною, дифузія відбувається у зворотному напрямку. В цьому випадку замість поглинання розчиненого компонента відбувається виділення його з розчину в газоподібному стані. Такий процес називається десорбцією і застосовується в техніці для витягання поглинених речовин з абсорбенту.

Типова схема промислової абсорбційної установки наведена на рисунку 1.20. Апарат для поділу суміші газів на складові частини шляхом розчинення одного чи декількох компонентів цієї суміші в рідині називається абсорбером.

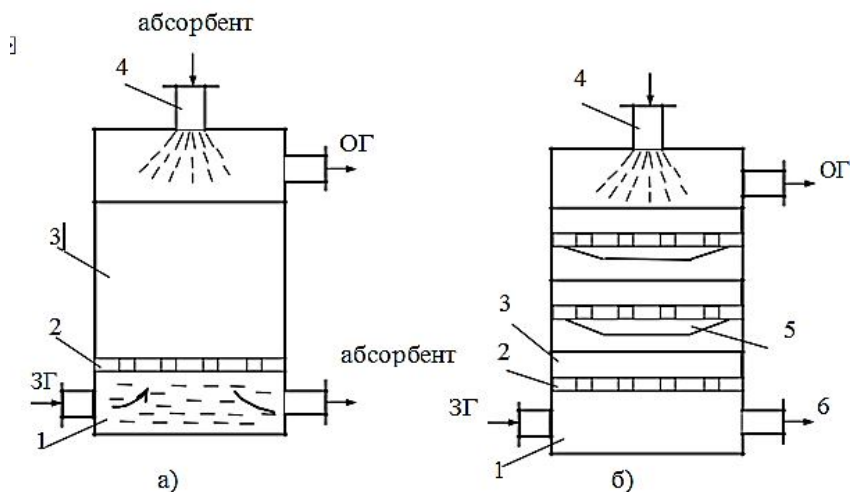


Рисунок 1.20 – Схема абсорбера:

1 – корпус; 2 – горизонтальні решітки; 3 – насадки; 4 – підведення абсорбенту; 5 – перерозподільний пристрій для рідини; 6 – виведення абсорбенту

Звичайний абсорбер, який називають також скрубером, – це металева або керамічна колона діаметром до 6 м і висотою до 40 м з декількома горизонтальними решітками, на яких розміщена насадка, що збільшує поверхню стикання рідини і газів. Найбільш розповсюдженими насадками куски коксу, каміння та металеві або керамічні кільця. Суміш газів подається в нижню частину колони і піднімається вгору. Назустріч їй насадками стікає вниз абсорбент, внаслідок чого один або декілька газів цієї суміші розчиняються в рідині. Нерозчинені складові частини газової суміші видаляються з абсорбера через вихідний патрубок, а рідина витікає трубопроводом.

Вирішальною умовою при виборі абсорбенту є розчинність в ньому витягнутого компонента та її залежність від температури і тиску. Якщо розчинність газів при 0°C і парціальному тиску складає сотні грамів на 1 кг розчинника, то такі гази називають добре розчинними.

Для видалення з технологічних викидів таких газів, як аміак, хлористий або фтористий водень доцільно застосовувати як поглинальну рідину воду, тому що розчинність їх у воді складає сотні грамів на 1 кг H_2O . При поглинанні ж з газів сірчаного ангідриду чи хлору витрати води будуть значними, тому що розчинність їх складає соті частки грама на 1 кг води. В деяких спеціальних випадках замість води застосовують водні розчини таких хімічних речовин, як сірчана кислота (для вловлювання водяних парів), в'язкі масла (для вловлювання ароматичних вуглеводнів із коксового газу) тощо.

Контакт газового потоку з рідким розчинником здійснюється пропусканням газового потоку через насадкову колону (рис. 1.20) або розпиленням рідини чи барботажем газу через шар абсорбувальної рідини. Залежно від реалізованого способу контакту газ – рідина розрізняють:

насадкові башти: форсункові, відцентрові скрубери;
барботажно-пінні скрубери;

скрубери Вентурі та інші.

Хемосорбція. *Хемосорбція* – поглинання газів, парів і розчинених речовин твердими чи рідкими поглиначами (сорбентами) з утворенням малолетких чи малорозчинних хімічних сполук. Прикладами хемосорбції в системі тверде тіло – газ (пара) можуть бути: поглинання кисню окислом барію при температурі біля 600°C з утворенням перекису барію, поглинання азоту розжареним металевим магнієм з утворенням нітриду магнію. Звичайне окислення металів можна розглядати як хемосорбцію кисню повітря. Газоподібний двоокис вуглецю сорбується гашеним вапном з утворенням вуглекислого кальцію. Пари хлорного водню поглинаються гашеним вапном, утворюючи при цьому хлорний кальцій.

Максимальна кількість речовини, яка поглинається, визначається стехіометричною ємністю і пружністю парів одержаної хімічної сполуки при даній температурі. Поглинання відбувається звичайно в динамічних умовах, тобто при продуванні пароповітряної суміші через шар зернистого хемосорбенту або при барботуванні газу через шар поглинального розчину. Проте для системи тверде тіло – газ (пара) стехіометрична ємність практично не використовується, тому що гальмом хімічної реакції процес дифузії поглинальної речовини крізь шар продуктів реакції, утворених на зернах поглинача. Для кращого використання ємності доцільно наносити тонкий шар хемосорбенту на пористу основу – вугілля, пемзу тощо. Хемосорбція при певних умовах є зворотним процесом.

Хемосорбція застосовується в техніці при поглинанні двоокису вуглецю, окислів азоту, сірчаного ангідриду, аміаку тощо [34]. Поглинання звичайно здійснюється в колонах, споряджених пористою насадкою, через яку зверху подається поглинальний розчин, а знизу – потік пароповітряної суміші.

Адсорбція. Адсорбція–поглинання якої-небудь речовини з газоподібної суміші або розчину поверхневим шаром рідини, або твердого тіла. Речовина, на поверхні якої проходить адсорбція, називається *адсорбентом*, а та, що поглинається з об'ємної фази, – *адсорбатом*. Залежно від характеру взаємодії між молекулою адсорбату і адсорбентом адсорбцію прийнято поділяти на фізичну адсорбцію і хемосорбцію. Фізична адсорбція обумовлена силами міжмолекулярної взаємодії, які зв'язують молекули в рідинах і деяких кристалах, та проявляється в поведінці сильно стиснутих газів. При хемосорбції молекули адсорбату і адсорбенту утворюють хімічні сполуки. Часто адсорбція обумовлена як фізичними, так і хімічними силами, тому не існує чіткої границі між фізичною адсорбцією і хемосорбцією. Установки, в яких здійснюють адсорбцію, називаються адсорберами. Існують адсорбери періодичної та безперервної дії. Адсорбція ефективна при видаленні великих концентрацій забруднювальних речовин (при цьому необхідна висока адсорбційна ємність або велика маса адсорбенту). В тих випадках, коли концентрації забруднювачів невеликі й обробленню підлягає велика кількість повітря, адсорбція може виявитися ефективною для видалення летких вуглеводнів і органічних розчинників. Цей метод застосовується у випадках, коли необхідна гарантована

рекуперація достатньо цінних домішок, коли треба видалити пари отруйних речовин і канцерогенів, які передбачаються. Крім гіперсорберів застосовують адсорбери безперервної дії з киплячим шаром адсорбенту (рис. 1.21).

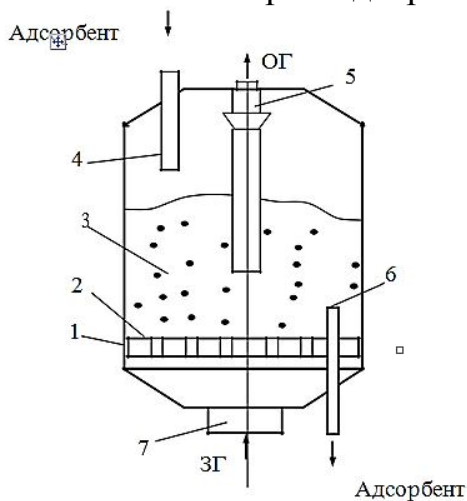


Рисунок 1.21 – Адсорбер з киплячим шаром адсорбенту:

1 – циліндричний корпус з конусом знизу; 2 – розподільна решітка; 3 – адсорбент; 4 – патрубок для введення адсорбенту; 5 – пристрій для виведення очищеного газу; 6 – патрубок для виведення адсорбенту; 7 – штуцер для подачі забрудненого газу

В корпусі 1 одноступеневого адсорбера встановлена розподільна решітка 2, через яку знизу подається газ, що приводить дрібнозернистий адсорбент в стан киплячого шару 3. Адсорбент безперервно надходить зверху і видаляється через трубу 5 на десорбцію.

До промислових адсорбентів висувають такі вимоги: вони повинні бути з великою динамічною ємністю (часом захисної дії), великою питомою поверхнею, вибірністю адсорбції, термічною і механічною стійкістю, здібністю до регенерації, простотою виготовлення, дешевизною.

Адсорбцію широко застосовують при видаленні парів розчинників при фарбуванні, органічних смол і парів розчинників в системі вентиляції підприємств для виробництва скловолокна і склотканин, а також парів ефіру, ацетону та інших розчинників у виробництві нітроцелюлози і бездимного порошу. Адсорбенти також використовують для:

очищення вихлопних газів автомобілів;

видалення отруйних компонентів (наприклад, сірководню з газових потоків), які викидаються в атмосферу через лабораторні витяжні шафи;

видалення радіоактивних газів при експлуатації ядерних реакторів, зокрема радіоактивного йоду.

Термічне знешкодження газів. На багатьох промислових підприємствах різних галузей промисловості знешкодження газів від домішок, які легко окислюються, а також від таких, що погано пахнуть, проводиться методами прямого спалювання.

Газові викиди, які вміщують горючі компоненти, дуже відрізняються для різних промислових джерел як за номенклатурою компонентів, які підлягають усуненню, так і за числом останніх, а також за теплою згоряння і об'ємами, які складають від десятків до сотень тисяч м³/год. Способи газоочищення, засновані на високотемпературному спалюванні горючих домішок, широко застосовують в лакофарбових виробництвах, процесах одержання ряду видів хімічної, електротехнічної та електронної продукції, в харчовій індустрії, в друкарській справі, при знежирюванні та фарбуванні деталей і виробів та в багатьох інших процесах.

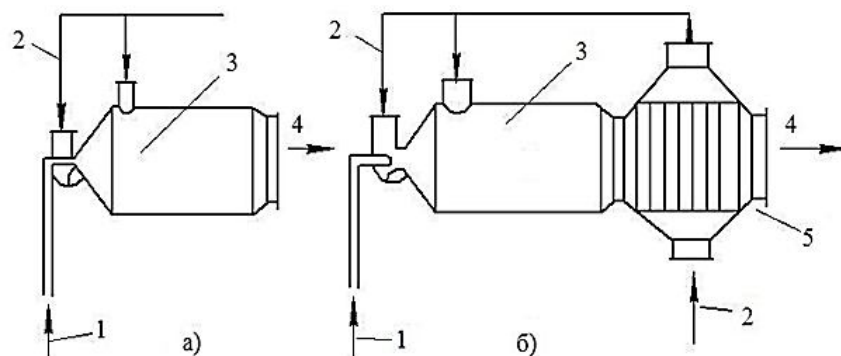


Рисунок 1.22– Схеми термічних нейтралізаторів промислових газових відходів без теплообмінника (а) і з теплообмінником (б):

1 – подача палива; 2 – забруднені гази; 3 – камери згоряння; 4 – знешкоджені гази; 5 – теплообмінник

Суть цих способів – в окисленні знешкоджуваних компонентів киснем. Вони можуть застосовуватися для знешкодження практично будь-яких парів і газів, продукти спалювання яких менш токсичні за початкові речовини. Пряме спалювання застосовують в тих випадках, коли концентрація горючих речовин у вихідних газах не виходить за межі спалювання. Процес здійснюють у звичайних чи вдосконалених топках, в промислових печах і топках котельних агрегатів, а також у відкритих факелах. Принципові схеми термічних нейтралізаторів для знешкодження вихідних газів промисловості наведені на рис. 1.22. Схема відкритої факельної установки зі знешкодженням всього об'єму технологічних газів наведена на рис. 1.23.

Забруднені гази 1 направляють через сепаратор 2 на спалювання у факельну трубу 3. Конденсат із сепаратора повертають у виробництво або зливають в каналізацію через гідрозатвор 6. Факельну трубу оснащують черговими 4 і запальними 5 пальниками, до яких підводиться природний газ. Якщо необхідно спалювати різні природні гази, то в одній металоконструкції може бути змонтовано декілька факельних труб, до кожної з яких підводять газ певного складу.

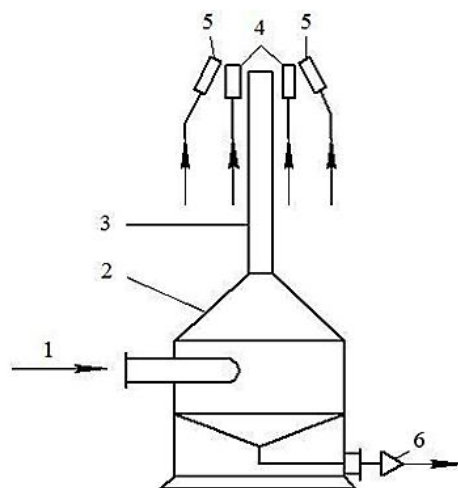


Рисунок 1.23 – Схема факельної установки:

1 – забруднені гази; 2 – сепаратор; 3 – факельна труба; 4 – чергові пальники;
5 – запальні пальники; 6 – гідрозатвор

Каталітичне очищення газів. Каталітичні методи є найперспективнішими для процесів очищення вихідних газів. Вони засновані на взаємодії шкідливих домішок з одним із компонентів, присутніх в очищуваному газі, й перетворенні їх в нейтральні речовини або в сполуки, які легко видаляються з газової суміші. Причому речовини, які беруть активну участь у хімічній реакції (каталізатори), залишаються незмінними після закінчення процесу. Перевага каталітичних процесів очищення в тому, що вони компактні, високопродуктивні, стабільно забезпечують високий ступінь очищення. До недоліків слід віднести високу вартість каталізаторів і неможливість утилізувати домішки з вихідних газів, які в більшості випадків розкладаються на нейтральні продукти і викидаються в атмосферу з вихідними газами.

Залежно від агрегатного стану речовин, які беруть участь в каталізі, каталітичні процеси поділяють на гомогенні та гетерогенні. Від виду каталізу залежить технологія очищення і вибір обладнання.

При гомогенному каталізі каталізатор і реагуючі речовини знаходяться в одній фазі, наприклад речовини знаходяться в різних фазах.

Як каталізатори можуть бути використані різні речовини як в чистому вигляді, так і у вигляді сполук, які не входячи в кінцеві продукти хімічної реакції, змінюють її швидкість. Промислові каталізатори повинні мати такі властивості:

- висока активність і селективність відносно даної реакції;
- велика хімічна стійкість до каталізаторних отрут;
- низька температура запалювання, великий температурний інтервал роботи, термічна стійкість і підвищена теплопровідність;
- висока механічна міцність;
- бути дешевими при виготовленні.

більшості випадків каталізаторами можуть бути метали (платина, паладій та інші благородні метали) або їх сполуки (оксиди міді, марганцю тощо). Каталізаторна маса звичайно виконується у вигляді куль, кілець,

пластин чи дроту, звитого в спіраль з ніхрому, нікелю, окислу амонію з нанесеними на їх поверхню (соті частки відсотку до маси каталізатора) благородними металами. Наприклад, каталізатори, розроблені НПОГАЗом, дозволяють при температурі 350...420°C і швидкості знешкодження 30000...60000 год⁻¹ практично повністю можуть окисляти домішки етилену, пропілену, бутану, пропану, ацетальгіду, спиртів (метилового, етилового, пропилового тощо), ацетону, етилацетону, бензолу, толуолу, ксилолу та інших, виконані у вигляді ніхромового дроту 0,4...0,5 мм, звитого в спіраль діаметром 4...5 мм з нанесеними на поверхню у вигляді активної плівки з платини і паладію.

Сучасні контактні апарати, які використовуються для проведення каталітичних процесів в промисловості, повинні бути високопродуктивними, забезпечувати безперервність процесу при оптимальних технологічних процесах, бути легкими в управлінні, піддаватися автоматизації та управлінню за допомогою ЕОМ.

За способом взаємодії газів з каталізатором контактні апарати поділяються на апарати:

- з фільтрувальним шаром каталізатора;
- з завислим (киплячим) шаром каталізатора;
- з пиловидним каталізатором.

Біохімічні реактори. Пристрої для біохімічного очищення газів поділяються на дві групи:

біологічні фільтри і біоскрубери.

Біологічні фільтри прості за конструкцією і їх експлуатація не пов'язана з великими капіталовкладеннями. Найпростіший біофільтр – це ємність в землі, в якій під шар фільтрувального матеріалу (земля, торф, компост тощо) подають потік газу, який очищається. Схема такого біофільтра, спорудженого для дезодорації повітря на одному з підприємств для перероблення твердих відходів, наведена на рис. 1.24.

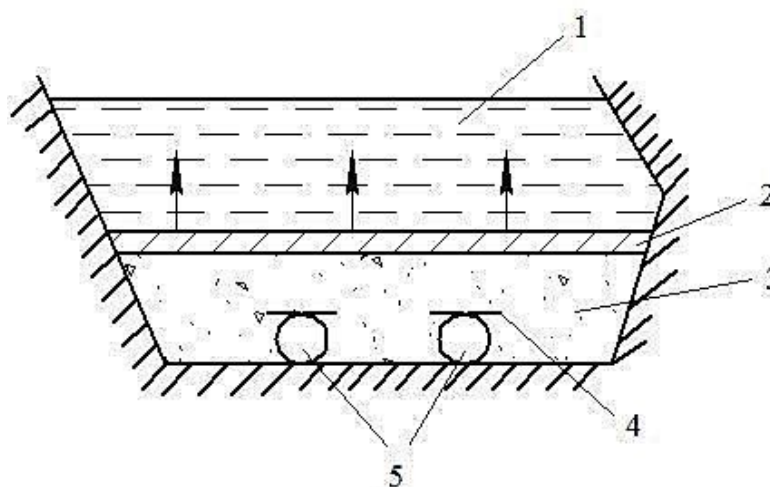


Рисунок 1.24 – Біофільтр для дезодорації повітря:

1 – свіжий компост; 2 – просіяний великий компост; 3 – великий шлак; 4 – картон, насичений бітумом; 5 – перфоровані бетонні труби

Фірма „Керамхемі” (Німеччина) розробила біоскрубєрну установку газоочищення вихідних газів при виробництві кераміки (рис. 1.25).

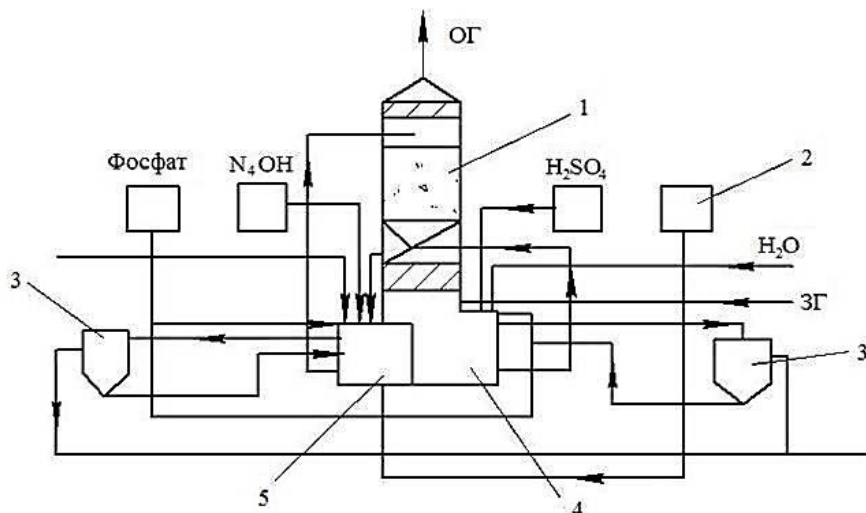


Рисунок 1.25 – Схема біоскрubberної установки „Керамхемі” (Німеччина):
1 – насадочний абсорбер; 2 – ємність для живильних речовин; 3 – відстійники;
4 – ємність для кислотного оброблення; 5 – ємність для лужного оброблення

Вихідні гази надходять на очищення в двоступеневий насадковий абсорбер 1, перший ступінь якого зрошується слабокислою суспензією активного мулу і служить для вловлювання основних органічних і неорганічних домішок, а другий ступінь зрошується слаболужною суспензією активного мулу. рН середовища регулюють автоматично додаванням 20%-го розчину сірчаної кислоти чи гідроксиду натрію. На обох ступенях поглинач підживлюють фосфатом. Для компенсації втрат води при випаровуванні подають свіжу воду в об'ємі 0,2...1,2 м³/год. У відстійники 3 зі скрубера надходить 0,2 м³/год суспензії активного мулу, з яких 0,1 м³/год повертають на установку. Частину освітленої рідини постійно скидають, щоб запобігти накопиченню солей, які пригнічують розвиток мікроорганізмів. У неробочі періоди активний мул підживлюють конденсатом з вмістом 9000 мг БПК, аерацію здійснюють вентилятори. Технічна характеристика установки наведена в табл. 6.4.

Щорічна економія на експлуатаційних витратах при роботі даної установки порівняно з очищенням газів у звичайних абсорберах оцінюється в 10...20 тис. марок.

Гідрофільтри. Гідрофільтри широко застосовуються в промисловості, особливо при вловлюванні аерозолів фарб, гідрофільтри, основними конструктивними елементами яких є: зрошуваний повітровід, зрошувальні пристрої (переливні лотки, перфоровані труби або форсунки), краплеуловлювач і відстійник. Характеристики гідрофільтра (ефективність вловлювання і аеродинамічний опір) залежать від конфігурації зрошувального пристрою.

Існують гідрофільтри різної конструкції, але найрозповсюдженіші форсункові, каскадні та ударно-струминні (рис. 1.26).

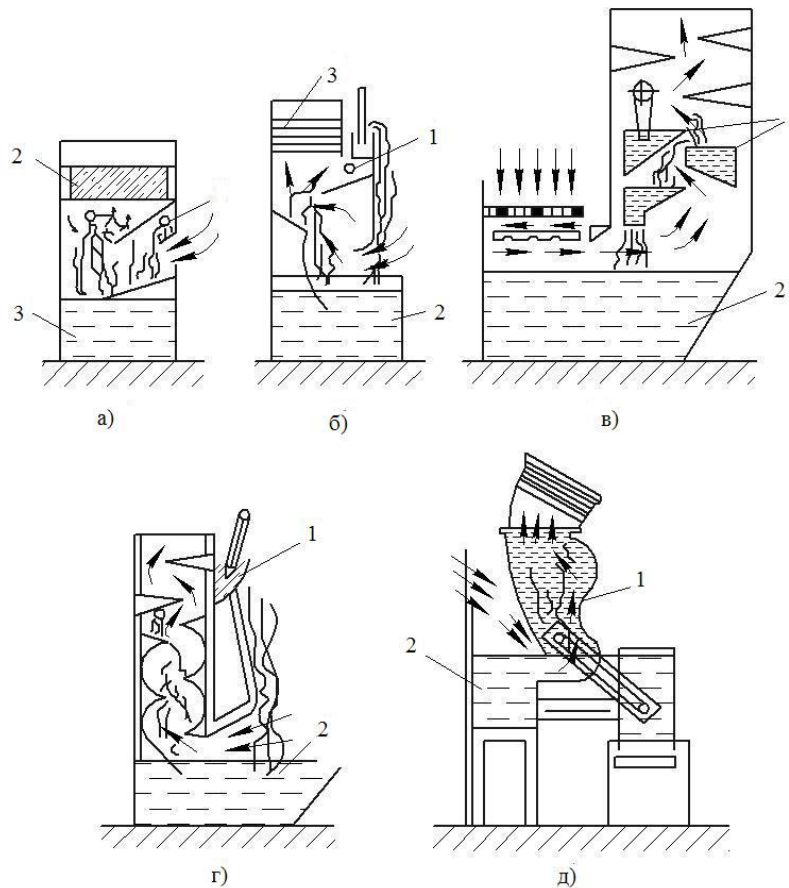


Рисунок 1.26 – Схеми гідрофільтрів різних типів:

- а) гідрофільтр форсунковий: 1 – форсунки; 2 – бункер; 3 – краплеуловлювач;
- б) каскадний гідрофільтр з поданням води через перфоровані труби:
1 – перфорована труба; 2 – бункер; 3 – краплеуловлювач; в), г) каскадні гідрофільтри з переливними лотками: 1 – переливні лотки; 2 – бункер;
- д) ударно-струминний гідрофільтр: 1 – імпульсний канал; 2 – бункер

У форсунковому гідрофільтрі (рис. 1.26, а) повітровід, через який рухається забруднене повітря, обладнаний форсунками, які подають дисперговану воду. Цей тип гідрофільтра ефективний, але вимагає великих витрат води, тому що використання оборотної рідини виключено.

Каскадні гідрофільтри (рис. 1.26, б, в) вміщують у повітроводах похилі лабіринти і перегородки. Вода подається через перфоровані труби на верхні перегородки і стікає на ті, які лежать нижче, утворюючи водяні завіси на шляху руху забрудненого повітря. В деяких типах каскадних фільтрів перегородки виконані у вигляді лотків для збирання води (рис. 1.26, г). Вода подається у верхній лоток, а на шляху руху запиленого повітря утворюються водяні завіси при стіканні води з верхнього лотка в нижній. Конструкція каскадних гідрофільтрів допускає використання оборотної води, але її недоліком (особливо при поданні води через перфоровану трубу) є нерівномірна водяна завіса, що знижує ефективність уловлювання аерозолів.

Максимальну ефективність вловлювання аерозолів і парів розчинників, а також аерозолів фарби забезпечують ударно-струминні гідрофільтри (рис. 1.26, д). В той же час опір цих гідрофільтрів максимальний.

Повітровід цих гідрофільтрів має складну конфігурацію. Аерозолі фарби осаджуються при дотику забрудненого повітря з поверхнею рідини, яка знаходиться у нижній ємності, при русі через водяні завіси, а також за рахунок дії коріолісових сил під час руху повітря лабіринтом повітроводу. Крім того, в деяких конструкціях осадження аерозолів відбувається за рахунок часткового барботування через шар води.

1.11 Магнітне очищення газів

Переважає частина залізовмісних домішок парів і конденсатів на електростанціях, газових і рідких компонентів та продуктів аміачного виробництва, відхідних газів і стічних вод в металургії має магнітосприйнятливі (ферромагнітні, антиферромагнітні) властивості, тобто здатність до магнітного осадження, яка реалізується в спеціальних установках (фільтрах, осаджувачах).

Магнітосприйнятливі частинки, піддаючись магнітному осадженню, виконують також супутню „транспортну” функцію, захоплюючи інші частинки домішок та іони. Це дозволяє вважати метод магнітного осадження більш універсальним порівняно з його прямим призначенням. Перспективне штучне попереднє введення в середовище (чи утворення) магнітосприйнятливих частинок з наступним сумісним осадженням їх з іншими домішками.

Робочим органом магнітних фільтрів-осаджувачів (рис. 1.27) є фільтрувальна (гранульована) намагнічена насадка 2, яка безпосередньо контактує з потоком газу або рідини, які очищаються.

Головна позитивна якість таких насадок в тому, що при дії на них порівняно невеликим намагнічувальним полем в їх порах, переважно поблизу точок контакту гранул, формується поле високої напруженості, яке набагато перевищує напруженість намагнічувального поля, і високого ступеня неоднорідності. Внаслідок цього частинки піддаються ефективній силі осаджувальній дії, чим і досягається тонке очищення газів від магнітосприйнятливих фракцій домішкових частинок при умові наявності у гранул антикорозійних властивостей

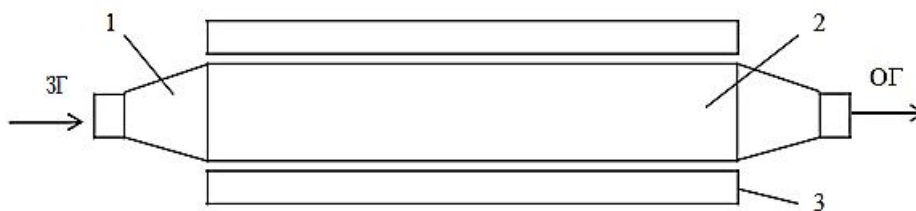


Рисунок 1.27 – Соленоїдний фільтр-осаджувач:

1 – корпус; 2 – фільтрувальна насадка; 3 – соленоїд для створення магнітного поля

При цьому магнітофільтраційне очищення (МФ-очищення) допускає порівняно великі робочі швидкості протікання середовища, яке очищається (наприклад, не менше ніж в 3...10 разів порівняно з традиційним очищенням, де проявляються тільки хімічні та механічні сили захоплення), що робить магнітні очисні установки одночасно компактними і високопродуктивними. Такі насадки також зберігають свої магнітні властивості в широкому температурному діапазоні (для заліза до 770°C), що дозволяє їх застосовувати для очищення середовищ, які знаходяться в різних температурних режимах.

Апарати, призначені для тонкого МФ-очищення рідин і газів, класифікуються за трьома основними групами залежно від особливостей намагнічувальних систем та їх компонування з зоною осадження домішок, тобто фільтрувальною намагнічувальною насадкою.

Електромагнітні фільтри з осердя-насадкою: робоча насадка розташована безпосередньо в порожнині намагнічувальних котушок. Власне в цих конструкціях сама насадка – це своєрідне осердя намагнічувальної котушки.

Багатополюсні фільтри з „відділеними” електромагнітами: мають значну кількість малогабаритних котушок із стальними осердями-магнітопроводами, розташованими за межами насадки і спрямованими своїми полюсами до насадки. Як правило, осердя складають разом з насадкою замкнутий магнітний контур.

Фільтри з „відділеними” постійними магнітами: мають пакет постійних магнітів, але не як осаджувальних елементів, а як намагнічувальних систем з можливістю управління ними для періодичного переривання магнітної дії на фільтрувальну насадку (для апаратів перших двох груп переривання магнітної дії здійснюється вимкненням струму живлення).

Електромагнітні фільтри з осердя-насадкою. Найбільш розповсюдженою конструкцією цієї групи апаратів є соленоїдний фільтр-осаджувач, який має різні модифікації. Найдоцільніша продуктивність фільтрів-осаджувачів соленоїдного типу визначається з критерію $L / D^{2...3}$, де: L – довжина соленоїда, м; D – діаметр соленоїда, м.

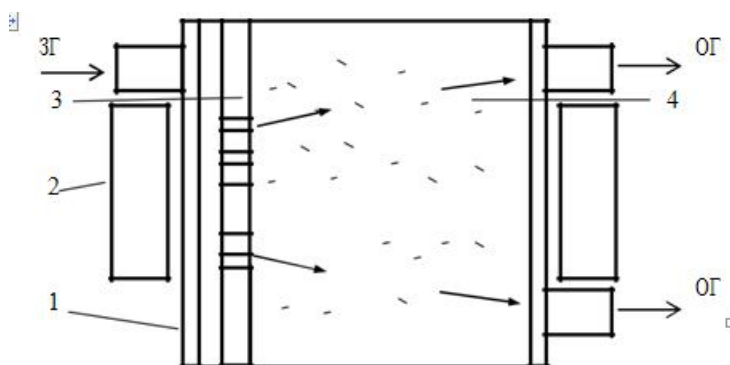


Рисунок 1.28 – Електромагнітний двоходовий фільтр-осаджувач з перфорованою посередині перегородкою:

1 – корпус; 2 – електромагнітна котушка; 3 – перфорована перегородка; 4 – насадка

Багатополюсні фільтри з „відділеними” електромагнітами. Фільтри-осаджувачі другої групи повинні задовольняти такі вимоги:

- раціональне компонування намагнічувальних систем (використання прямих суцільних осердь і скорочення до мінімуму ділянок магнітного кола поза робочими зонами);

- утворення робочих зон осадження необхідної довжини;

- забезпечення роботи під тиском.

До цієї групи відноситься конструкція (рис. 1.29), в якій канали з насадкою і електромагніти розташовані по чергово з утворенням замкнутого тороподібного кола.

Кількість каналів (мінімум 5...6) і електромагнітів-„поясів” встановлюється, виходячи з необхідної продуктивності та довжини насадки.

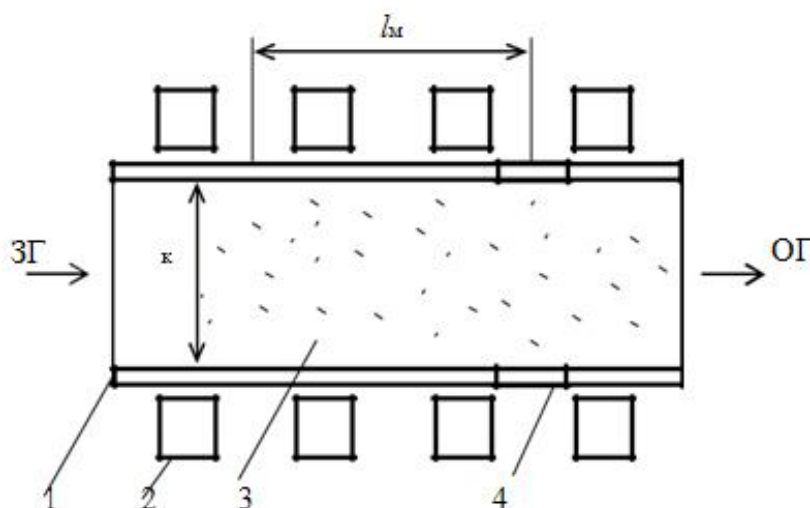


Рисунок 1.29 – Багатопольсний електромагнітний фільтр-осаджувач з осердями у вигляді типового вузла:

1 – корпус; 2 – електромагнітні котушки; 3 – насадка;
4 – феромагнітні вставки

Фільтри з постійними магнітами. У апаратах третьої групи, зображених на рис. 1.30 відсутнє або різко обмежене використання обмотувального проводу, споживання електроенергії, полегшується їх застосування у вибухонебезпечних умовах, коли необхідне спеціальне електричне оснащення. Періодичне переривання дії намагнічувального поля на насадку здійснюється поворотом, зміщенням намагнічувальної системи або періодичним розмагнічуванням постійних магнітів.

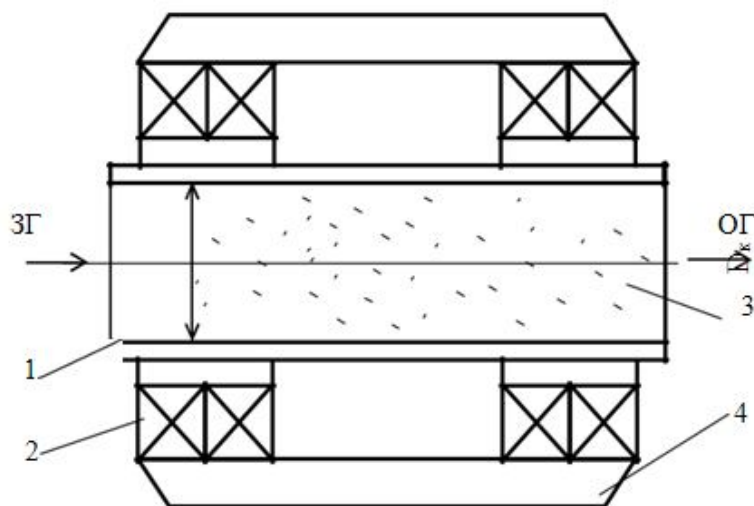


Рисунок 1.30 – Одноканальний фільтр-осаджувач з зовнішньою намагнічувальною системою з постійних магнітів:

1 – корпус каналу; 2 – пакет постійних магнітів; 3 – насадка;
4 – елементи магнітопроводу

2. Загальна характеристика методів очищення стічних вод

Велика кількість різних забруднень у виробничих стічних водах обумовлює і численні способи, методи і технологічні схеми, які використовуються при їх очищенні. Нині широко застосовуються механічне, фізико-хімічне та біологічне очищення стічних вод.

Механічне очищення полягає в пропусканні стічної води через решітки, уловлювання піску в пісколовках і освітленні води в первинних відстійниках. Забруднення, затримані на решітках, дробляться на спеціальних дробарках і повертаються в потік очищуваної води до або після решіток. Ці забруднення можна відправляти і на зброджування в метантенки. Осад з пісколовки складається в основному з піску. Його обробка зазвичай полягає в обезводнюванні на піскових майданчиках. Тверда фаза осаду, який утворився у відстійниках, переважно має органічне походження, в зв'язку з чим осад спрямовується на зброджування в метантенки.

Біологічне очищення стічних вод на біологічних фільтрах здійснюється аеробними мікроорганізмами, які розвиваються на фільтруючій загрузці споруд у вигляді так званої біологічної плівки. Вона періодично відмирає і виноситься з очищеною водою. Для її уловлювання застосовують вторинні відстійники. З метою зниження ступеня забруднення води, яка надходить на біологічні фільтри, частину очищеної води повертають для розбавлення неочищеної (рециркуляція води).

Механічне очищення передбачає відокремлення нерозчинних речовин у процесах відстоювання, фільтрування і центрифугування, його застосовують у випадках, коли стічні води після проходження через вищезазначене устаткування можуть бути використані для потреб виробництва, та як попередні при використанні інших засобів очищення.

Хімічні та фізико-хімічні засоби застосовуються для очищення виробничих стічних вод від колоїдних і розчинних забруднювальних речовин. Це такі:

- **коагулювання** з введенням у стічні води речовин – коагулянтів, здатних прискорити видалення з них нерозчинної і частини розчинної речовини забруднення;
- **нейтралізація** з введенням у стічні води речовин з кислою або лужною реакцією з метою забезпечення в них водневого показника в межах 6,5 ...8,5 рН.

При фізико-хімічному очищенні використовуються такі методи:

- **сорбція** – здатність деяких речовин поглинати або концентрувати на своїй поверхні забруднювальні речовини, що містять у собі стічні води;
- **екстракція** – введення в стічні води речовини, яка б не змішувалася з ними, але могла вилучати забруднення, що в них містяться;
- **флотація** – пропускання через стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись вгору, підхоплюють забруднювальні речовини;
- **евапорація** – пропускання через нагріту стічну воду водяної пари для відгону забруднювальних летких речовин;
- **іонний обмін** – вилучення зі стічних вод розчинених аніонів і катіонів забруднень іонами (наприклад, штучними іонообмінними смолами);
- **електродіаліз** – пропускання струму через електроди, що розміщені у стічних водах. Це сприяє розчиненню матеріалу - електродів у воді і утворенню пластівців коагулянту, осаджуючих забруднення стічних вод;
- **реагентний метод** – використання флокулянтів, які сприяють більш повному очищенню стічних вод у первинних і підвищують ступінь їх освітлення у вторинних відстійниках. Застосовуються для очищення стічних вод і підвищення ступеня ущільнення активного мулу, внаслідок чого використання флокулянтів дає змогу значно підвищити навантаження аеротенків.

Ефективним заходом очищення стічних вод є також озонування, позитивна якість якого полягає у здатності руйнування забруднень, що не окисляються при біохімічному очищенні.

Біохімічне очищення базується на здатності деяких мікроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, що містяться в стічних водах у колоїдному і розчиненому стані. Цей спосіб застосовується після очищення стічної води від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Він дає змогу майже повністю видалити забруднення органічного походження. Біохімічне очищення проводять у природних (на полях зрошення, фільтрації або в біологічних ставках) і штучних умовах (в біологічних фільтрах, аеротенках, окислювальних каналах та інших типах окислювачів).

Виробничі і побутові стоки, що пройшли біологічне очищення, втрачають більшу частину бактерій, які в них містяться, але повністю вони можуть бути знищені тільки за допомогою дезінфекції – хлоруванням, електролізом, використанням бактерицидних променів тощо.

Одним із методів, що збільшує ефективність біохімічного розкладання, є мікробний, який полягає у спеціальному вирощуванні мікроорганізмів, адаптованих до високих (на кілька порядків вище за середніх) концентрацій токсичних і важкоокислюваних речовин, внаслідок чого процес очищення стічних вод стає ефективнішим. Перспективним є також підвищення фізіологічної активності мікроорганізмів різними хімічними мута-генами. Вибір методу і технологічної схеми очищення стічних вод залежить від характеру та кількості забруднень, їх подальшого використання, необхідного ступеня очищення тощо.

2.1 Механічне очищення стічних вод

При механічному очищенні із стічної води видаляються забруднення, які знаходяться в ній, головним чином, в нерозчинному і частково колоїдному стані. Великі відходи, ганчірки, папір, залишки овочів і фруктів та різні виробничі відходи затримуються решітками. Покидьки, що затримуються на решітках, спрямовуються в дробарки. Застосовуються також решітки-дробарки, в яких одночасно затримуються і роздрібнюються великі покидьки.

Основна маса забруднень мінерального походження (пісок), питома вага частинок яких значно вища питомої ваги води, осаджується в пісколовках. Пісок з пісколовок направляється звичайно у вигляді піщаної пульпи на піщані майданчики, де він обезводнюється і періодично видаляється.

Забруднення органічного походження, які знаходяться в завислому стані, виділяються із стічних вод у відстійниках. Речовини, питома вага яких більша питомої ваги води, осідають на дно. Речовини більш легкі, такі як вода (жири, мастила, нафта, смоли), впливають на поверхню і їх відділяють від стічної рідини.

До споруд механічного очищення належать: осередники, гідроциклони, центрифуги, двоярусні відстійники і освітлювачі – перегнивачі, за допомогою яких вода освітлюється, а також обробляється осад, що випав. Механічне очищення стічних вод є остаточною стадією в тому випадку, коли за місцевими умовами і відповідно до санітарних правил стічні води можна спустити після дезінфекції у водоймище. Частіше ж механічне очищення передуює стадії біологічного очищення.

2.1.1 Відстійники

Відстійники застосовують для попереднього очищення стічних вод, якщо за місцевими умовами необхідне їх біологічне очищення, або як самостійна споруда, якщо за санітарними умовами цілком достатньо виділити із стічних вод тільки механічні домішки.

Залежно від призначення відстійники поділяються на первинні, які встановлюються до споруд біологічної обробки стічних вод, і вторинні, які встановлюються після цих споруд.

За конструктивними ознаками відстійники підрозділяють на:

- горизонтальні (рис. 2.1) – вода рухається горизонтально уздовж відстійника;
- вертикальні (рис. 2.2) – вода рухається знизу вгору;
- радіальні (рис. 2.3) – вода рухається від центра до периферії;
- спеціальні (для виділення важких домішок, для виділення легких домішок тощо).

2.1.2 Гідроциклони

Для прискорення механічного очищення стічних вод застосовують безнапірні (відкриті) і напірні гідроциклони, в яких для виділення забруднень використовується дія відцентрової сили.

На рисунку 2.1 показана схема відкритого гідроциклону. За рахунок тангенціальної подачі води в апарат вона набуває завихреного руху. Тверді частинки домішок (за умови, що їхня густина більша густини води) під дією відцентрових сил інерції притискаються до внутрішніх стінок циліндричної частини апарата, і, втрачаючи свою кінетичну енергію внаслідок тертя зі стінками, "сповзають" по них в конічну частину, звідки видаляються через шламовідвідну трубу 2.

Очищена вода зливається в кільцевий лоток 6 у верхній частині, а з нього видаляється через зливну трубу 3.

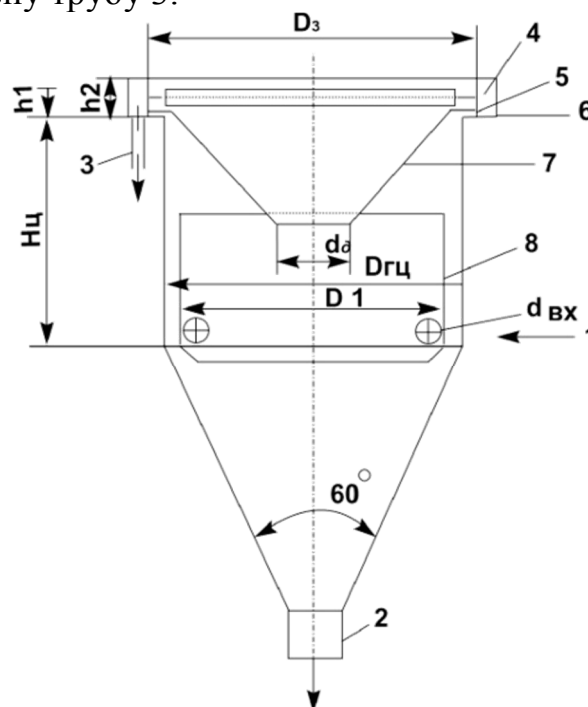


Рисунок 2.1 – Схема відкритого гідроциклону:

- 1 – водоподаюча труба; 2 – шламовідвідна труба; 3 – зливна труба; 4 – напівзанурена кільцева стінка; 5 – кільцевий водозлив; 6 – кільцевий водозбірний лоток; 7 – конічна діафрагма; 8 – внутрішній циліндр

2.1.3 Смолоуловлювачі

Для очищення виробничих стічних вод з вмістом спливаючих домішок (жири, нафтопродукти, смоли) використовуються, відповідно, жиро-, нафто-, смолоуловлювачі. Вони являють собою прямокутні, витягнуті в довжину резервуари, в яких за рахунок різниці густини домішок і води відбувається їх розділення. Домішки випливають на поверхню, де відділяються від стічної води і за допомогою різних пристроїв видаляються в спеціальні резервуари, подібні до відстійників.

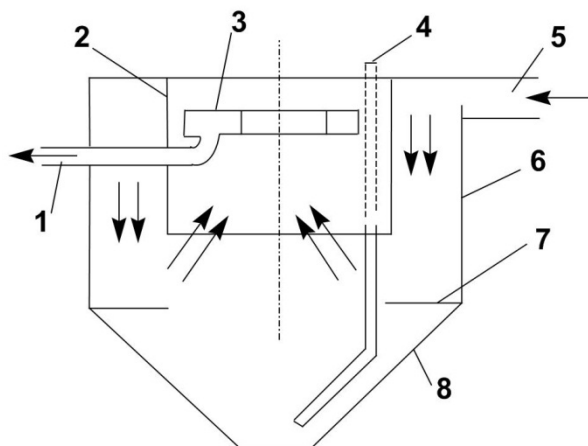


Рисунок 2.2 – Схема вертикального смолоуловлювача-відстійника: 1 – вихід очищеної води; 2 – перегородка; 3 – водозбірник очищеної води; 4 – трубопровід для видалення забруднювачів; 5 – трубопровід для стічної води; 6 – корпус відстійника; 7 – відбивне кільце; 8 – шламові збірник

2.2 Фізико-хімічне очищення стічних вод

При механічному і неповному біологічному очищенні стічних вод у об'єкти скидається вода, яка вміщує ще значну кількість органічних забруднень. Навіть при повному біологічному очищенні неможливо досягнути необхідного ступеня видалення зі стічних вод деяких органічних і неорганічних домішок. В зв'язку з цим для деяких видів виробничих стічних вод доцільно застосовувати хімічні або фізико-хімічні методи очищення, за допомогою яких у воді можна знизити до необхідного рівня вміст органічних забруднень, завислих речовин, біогенних сполук, нафтопродуктів, барвників, поверхнево-активних речовин, солей важких металів тощо.

При хімічному очищенні забруднення із стічних вод виділяються внаслідок реакцій між забрудненнями і введеними у воду реагентами, наприклад реакції, яка супроводжується утворенням сполук, осаду, і реакції, яка супроводжується газовиділенням. Процесами хімічного очищення є коагуляція, нейтралізація і хімічне окиснення, коли під дією озону окиснюються органічні забруднення.

Найбільш поширеними способами фізико-хімічного очищення стічних вод є: нейтралізація, сорбція, флотація, іонний обмін, електроліз.

Порівняно з традиційним біологічним очищенням різні схеми фізико-хімічного очищення мають низку переваг:

Дозволяють знизити капітальні затрати в 1,5-2,0 рази внаслідок виключення із комплексу очисних споруд аеротенків, вторинних відстійників або значного скорочення їх об'ємів;

Забезпечують більш високий ступінь очищення від біологічно неокиснювальних або важкоокиснювальних забруднень (нафтопродукти, солі важких металів, барвники тощо);

Гарантують високу надійність очищення незалежно від температури і концентрації забруднень;

Знижують енергоємність процесу очищення в 2,5-3,0 рази;

В 2-3 рази скорочують площі земель для очисних споруд, що при певних умовах може стати основним доказом на користь фізико-хімічного очищення.

2.2.1 Нейтралізація стічних вод

Нейтралізація – доведення рН кислих або лужних стічних вод до значень, які дозволяють скидання їх в міську каналізацію, на біологічне очищення або у водоймища ($pH = 6,5 \dots 8,5$), а також з метою запобігання корозії трубопроводів, каналізаційних споруд і різного обладнання, через які проходять ці води.

Найбільш розповсюджений спосіб нейтралізації – додання відповідних реагентів: вапна, соди, їдкого натрію, аміаку – при нейтралізації кислих стічних вод; сірчаної кислоти – при нейтралізації лужних вод.

Існує декілька способів нейтралізації виробничих стічних вод:

- а) безпосереднє змішування кислих стоків з лужними перед спусканням їх в каналізаційні мережі;
- б) використання активної лужності міських стічних вод або водоймища;
- в) додавання реагенту в пропорціях, необхідних для нейтралізації;
- г) фільтрація забруднених вод через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит);

Найбільш часто зустрічаються виробничі стічні води з підвищеною кислотністю. В складі цих вод можуть бути сильні кислоти (першої групи), кальцієві солі, які добре розчиняються у воді (HCl , HNO_3); сильні кислоти (другої групи), кальцієві солі, які важко розчиняються у воді (H_2SO_4 , H_2SO_3), і слабкі кислоти (CO_2 , CH_3COOH – оцтова).

Нейтралізацію з доданням реагенту проводять тоді, коли змішування стоків і використання активної лужності водоймища не дають бажаних результатів, тобто стічна вода залишається кислою.

На рис. 2.3 показана схема нейтралізації стічних вод двоступеневим введенням реагентів. При цьому в перше відділення камери нейтралізації додають основну дозу нейтралізуючого реагенту, а в другому відділенні здійснюють коректування рН.

Для видалення осаду необхідно передбачити відстійники з часом перебування в них стічних вод протягом 2 год.

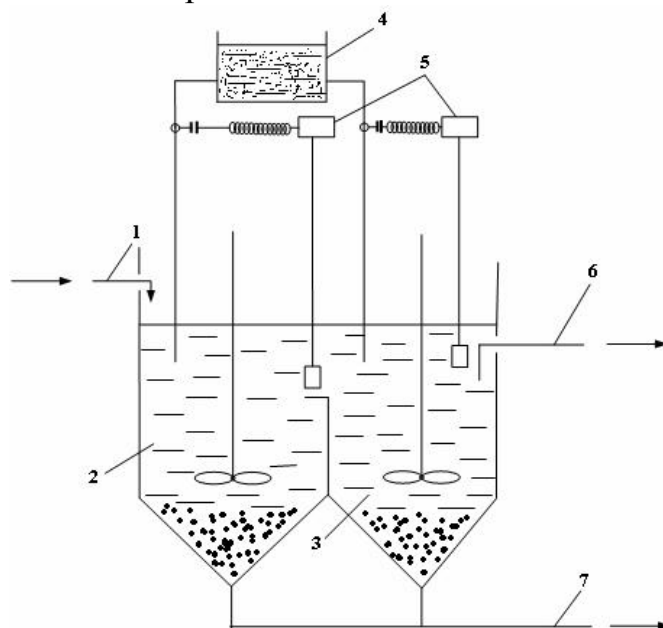


Рисунок 2.3 – Камера нейтралізації з двоступеневим введенням реагентів: 1 – подача з осередника; 2,3 – відділення камери нейтралізації; 4 – бак з розчином нейтралізуючого реагенту; 5 – рН-метри; 6 – подача на освітлення; 7 – видалення осаду

Таблиця 2.1 – Витрати реагентів для нейтралізації кислот і лугів

Луги	Кислота			
	сірчана	соляна	Азотна	Оцтова
Негашене вапно	<u>0,56</u>	<u>0,77</u>	<u>0,46</u>	<u>0,47</u>
	1,79	1,3	2,2	2,15
Гашене вапно	<u>0,76</u>	<u>1,01</u>	<u>0,59</u>	<u>0,62</u>
	1,32	0,99	1,7	1,62
Кальцинована сода	<u>1,08</u>	<u>1,45</u>	<u>0,84</u>	<u>0,88</u>
	0,93	0,69	1,19	1,14
Каустична сода	<u>0,82</u>	<u>1,1</u>	<u>0,64</u>	<u>0,67</u>
	1,22	0,91	1,57	1,5
Аміак	<u>0,35</u>	<u>0,47</u>	<u>0,27</u>	
	2,88	2,12	3,71	–

Примітка. Над рисою наведена кількість лугів, г на 1 г кислоти, під рисою – кількість кислоти, г на 1 г лугів.

Доза реагентів, необхідних для видалення металів із стічних вод, наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Витрати реагентів, необхідних для видалення металів

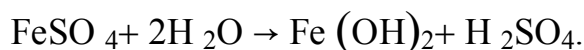
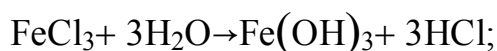
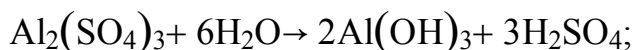
Метал	Витрати реагентів, г/г			
	CaO	Ca (OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH
Цинк	0,85	1,13	1,6	1,22
Нікель	0,95	1,29	1,8	1,36
Мідь	0,88	1,16	1,66	1,25
Залізо	1	1,32	1,9	1,43
Свинець	0,27	0,36	0,51	0,38

2.2.2 Коагулювання

Коагулювання полягає в тому, що до стічної води додається реагент (коагулянт), сприятливий для швидкого виділення із неї дрібних завислих та колоїдних речовин, які при простому відстоюванні або фільтрації не осідають.

Реагент додається зазвичай перед подачею води у відстійники. Використовуються такі реагенти: вапно, сульфат алюмінію, алюмінат натрію, сульфат заліза, хлорид заліза; інколи додається суміш цих реагентів. Вид застосовуваного реагенту і його доза залежать від складу оброблюваної води, необхідного ступеня очищення від забруднень та інших факторів. Для стічних вод деяких промислових підприємств і міських стічних вод рекомендується застосовувати реагенти, наведені в табл. 4.3.

При введенні в стічну воду мінеральних коагулянтів (солей алюмінію і заліза) внаслідок реакції гідролізу утворюються малорозчинні у воді гідроксиди заліза і алюмінію, які сорбують на розвинутій пластинчастій поверхні завислі дрібнодисперсні і колоїдні речовини та при сприятливих гідродинамічних умовах осідають на дно відстійника, утворюючи осад:



Коагуляційний метод очищення застосовується при невеликих витратах стічних вод, за наявності дешевих коагулянтів, необхідності знебарвлення стоків і неповного їх очищення.

Для інтенсифікації процесів коагулювання і осадження утворюваних пластівців широко використовуються органічні природні і синтетичні реагенти – високомолекулярні речовини, які називаються флокулянтами, їх застосовують самостійно і в сполученні з мінеральними коагулянтами. Найбільш розповсюджений катіонно-аніонний флокулянт – поліакриламід (ПАА).

На рисунку 2.4 показана принципова схема установки очищення відпрацьованих водних мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) методом коагуляції.

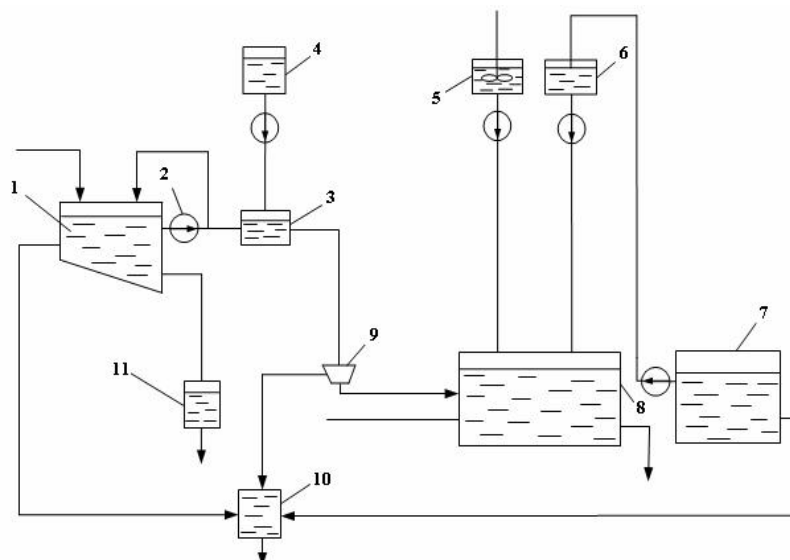


Рисунок 2.4 – Принципова схема установки очищення відпрацьованих водних мастильно-охолоджувальних рідин методом коагуляції:

1 – приймальна ємність; 2 – насос; 3 – змішувач; 4 – бак із сірчаною кислотою; 5 – бак для вапняного молока; 6 – бак для коагулянту;
7 – відстійник; 8 – реактор ; 9 – відцентровий сепаратор;
10 – збірник мастила; 11 – збірник шламу

Відпрацьована мастильно-охолоджувальна рідина надходить в прийомну ємність 1, в якій протягом декількох годин відстоюється. Мастило, що сплигло зливається в ємність 10, осілий шлам – в збірник 11. Емульсія насосом 2 подається до змішувача 3, в якому МОР обробляється сірчаною кислотою, яка надходить з бака 4, до необхідної величини рН. З відцентрового сепаратора 9 відділена органічна фаза прямує до ємності 10, а частково очищена емульсія – до реактора 8. В реакторі рідина обробляється коагулянтом, дозованим з бака 6 і перемішується під дією барботованого струменя повітря. Потім розчин відстоюється. Органічна частина надходить у відстійник 7, а воднева фаза після нейтралізації вапняним молоком (до рН 7...8), дозованим з бака 5, надходить на повторне використання або скидається в каналізацію.

У відстійнику 7 здійснюється часткова регенерація коагулянту шляхом оброблення органічної фази сірчаною кислотою з бака 4. Органічна частина зливається в ємність 10, а розчин коагулянту відкачується в бак 6. ємності 10 органічна маса прямує на утилізацію.

2.2.3 Сорбційне очищення стічних вод

Сорбція – це процес поглинання твердим тілом або рідиною речовини навколишнього середовища. Поглинаюче тіло називають сорбентом, а поглинута ним речовина – сорбатом. Розрізняють поглинання речовин всією масою рідкого сорбенту (абсорбція), поверхневим шаром твердого або рідкого сорбенту (адсорбція), або ж вступання в хімічну взаємодію з нею (хемосорбція).

Як сорбенти застосовуються різні штучні і природні пористі матеріали: зола, коксовий дрібняк, торф, силікагелі, алюмогелі, активні глини тощо. Найбільш ефективним сорбентом є активоване вугілля. Основними показниками сорбентів є: пористість, структура пор, хімічний склад. Пористість активованого вугілля становить 60...73%, а питома площа поверхні – 400...900 м²/г. Активність сорбенту характеризується кількістю поглинальної речовини на одиницю об'єму або маси сорбенту (кг/м³, г/кг).

Прикладом ефективного застосування сорбції може бути процес видалення із стічних вод нітропродуктів активованим вугіллям. Установа (рис. 2.5) складається з двох адсорбційних колон, працюючих по черзі.

Активоване вугілля марки КАД завантажене на підстильний шар з ко-ксу, покладеного на дерев'яну решітку. Зверху вугілля теж покрите шаром коксу і зачинене дерев'яною решіткою. Висота шару вугілля близько 5 м. Стічні води надходять в напірний бак і через регулятор потоку – в нижню частину однієї із колон.

Початкова концентрація нітропродуктів в стічних водах 100-400 мг/дм³ після адсорбційної колони знижується до 2-4 мг/дм³. Згодом концентрація на виході поступово збільшується і при досягненні 20 мг/дм³ колону зупиняють на регенерацію. Регенерація вугілля проводиться розчинниками з відгонкою слідів розчинника гострою парою. Відпрацьований розчинник (екстракт) спрямовують на перегонку. Регенований розчинник повертають в цикл очищення, а нітропродукти, що дуже цінно, знову використовують в основному технологічному процесі.

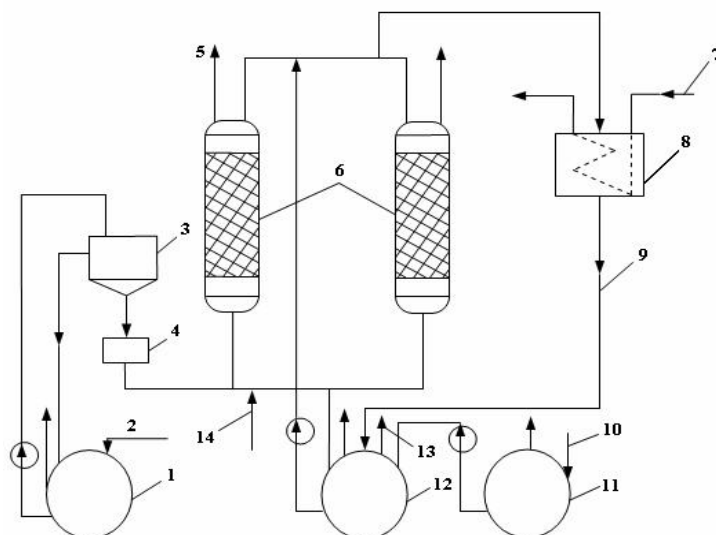


Рис. 2.5 – Схема установки для сорбції з води нітропродуктів активованим вугіллям:

- 1 – збірник стічних вод; 2 – подача стічної води; 3 – напірна ємність;
 4 – регулятор швидкості напору; 5 – очищена вода; 6 – колони; 7 – подача охолоджувальної води; 8 – конденсатор; 9 – конденсат 10 – розчинник;
 11 – збірник розчинника; 12 – збірник екстракту; 13 – екстракт на ректифікацію;
 14 – гостра пара

2.2.4 Іонообмінне очищення стічних вод

Іонний обмін – це процес обміну між іонами, які перебувають в розчині, і іонами, що присутні на поверхні твердої фази – іоніту.

Іоніти – це тверді, практично нерозчинні, набухаючі природні або синтетичні органічні і неорганічні продукти, які здатні до іонного обміну при контакті з розчинами електролітів.

Розділяються на катіоніти, аніоніти і амфоліти – відповідно обмінюють свої катіони, аніони або ті та інші одночасно. Аніони мають негативний заряд, катіони – позитивний. Іонообмінні смоли найбільш поширена група органічних іонітів, до них належать сітчасті полімери, в яких є іонні групи, наприклад – SO_3^- , $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$. Неорганічні іоніти: цеоліти, силікагель.

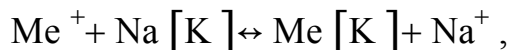
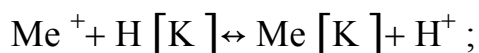
Іонообмінні установки застосовуються для видалення із стічних вод фенолу, формальдегіду та інших органічних речовин, а також цинку, міді, нікелю, хрому.

Використовуються для очищення стічних вод такі види іонітів:

- сильнокислотні катіоніти, які містять сульфогрупи SO_3H , і сильно-основні аніоніти, що містять четвертинні амонієві основи;
- слабокислотні катіоніти, які містять карбоксильні COOH і фенольні групи, дисоціюючі при $\text{pH} > 7$, а також слабоосновні аніоніти, що містять первинні NH_2 і вторинні NH аміногрупи, що дисоціюють при $\text{pH} < 7$;
- іоніти змішаного типу, які виявляють властивості суміші сильної і слабкої кислот або основ.

Важливою властивістю іонітів є їх поглинальна здатність, так звана обмінна ємність. Повна ємність іоніту – це кількість грам-еквівалентів іонів, які перебувають у воді і можуть поглинути 1 м³ іоніту до повного насичення. Робоча ємність іоніту – це кількість грам-еквівалентів іонів, які перебувають у воді і можуть поглинути 1 м³ іоніту у фільтрі при обробленні води до початку проскакування у фільтрат поглинальних іонів.

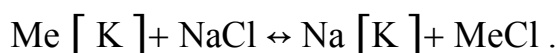
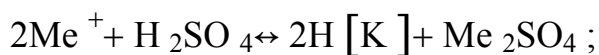
Якщо катіоніт перебуває в Н-формі або Na-формі, обмін катіонів буде відбуватися за реакціями:



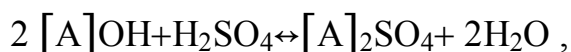
де $[\text{K}]$ – складний комплекс катіоніту;

Me^+ – катіон, який перебуває у стічній воді. Сильнокислотні катіоніти дозволяють здійснювати процес іонного обміну при будь-яких значеннях pH, а слабокислотні – при $\text{pH} \geq 7$.

Регенерація катіонітів виконується промиванням кислотою (при Н-катіоніті) або розчином хлорного натрію (при Na-катіоніті):



Оскільки в оброблюваних стічних водах, як правило, вміщується і декілька катіонів, то більше значення має селективність поглинання катіонів. Слабоосновні аніоніти обмінюють аніони сильних кислот



де $[\text{A}]$ – складний органічний комплекс аніоніту.

Регенерація слабоосновних аніонітів досягається фільтруванням через шар відпрацьованого аніоніту 2-4%-вих водних розчинів NaOH , NaCO_3 або NH_4OH . Процеси іонообмінного очищення стічних вод здійснюються у фільтрах періодичної або безперервної дії.

Стічні води, які подаються на установку, не повинні вміщувати: солей – більше 3000 мг/дм^3 ; завислих речовин - більше 8 мг/дм^3 ; ХСК не повинна перевищувати 8 мг/дм^3 . При більшому вмісті в стічній воді завислих речовин і більший ХСК необхідно передбачати її попереднє очищення.

2.2.5 Флотація

Флотаційні установки (рис. 2.6) застосовуються для видалення з води завислих речовин, нафтопродуктів, жирів, мастил, смол та інших речовин, осаджування яких є неефективним.

Флотація – це видалення домішок (завислих речовин) зі стічних вод за допомогою флотореагента (найчастіше повітря), що обволікає домішки і разом з ними підіймається над поверхнею води, утворюючи піну. Обволікання здійснюється на основі молекулярного прилипання бульбашок повітря і домішок.

У таблиці 2.3 наведені типи флотаційних установок, що класифікують за принципом насичення води бульбашками повітря певної крупності

Таблиця 2.3 – Типи флотаційних установок

напірні, вакуумні, безнапірні, електрофлотаційні	застосовуються для очищення стічних вод з вмістом завислих речовин більше $100 \dots 150 \text{ мг/дм}^3$;
імпелерні, пневматичні, с диспергуванням повітря через пористі матеріали	застосовуються для очищення вод з вмістом завислих речовин менше 100 мг/дм^3

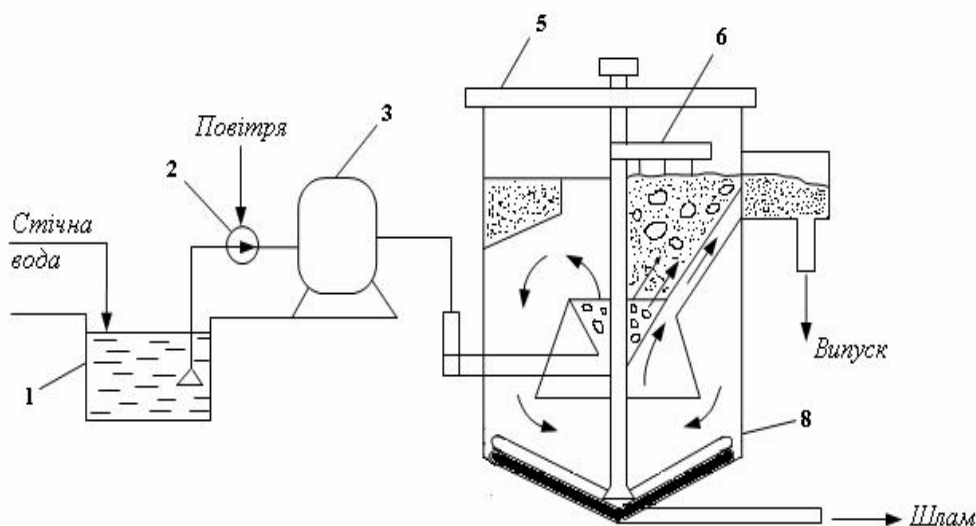


Рисунок 2.6 – Схема напірної флотації

2.2.6 Електрохімічне очищення стічних вод

У технології очищення стічних вод електроенергію можна використовувати як для проведення низки побічних операцій, наприклад одержання озону або хлору (при електролізі кухонної солі) з метою знезаражування, так і для безпосередньої дії на стічну рідину і забруднення, які містяться у ній.

Способи електрооброблення частіше всього пов'язані з використанням постійного струму, тобто в основі їх лежать явища електролізу. Це електрокоагуляція і електрофлотація, електроліз, електрохімічне окиснення і відновлення, електролітичне витягання металів із стічних вод і осадів.

Найпростіший електролізер являє собою бак зі зануреними в нього електродами, приєднаними до джерела постійного струму.

Під дією постійного струму хаотичний рух іонів розчинених речовин упорядковується і вони починають переміщуватися в рідині, направляючись відповідно до свого заряду: аніони – до анода, катіони – до катода, як показано на рис. 2.7.

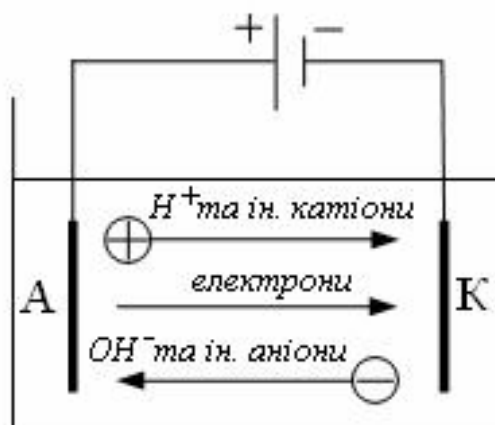


Рисунок 2.7 – Переміщення іонів в електролізері

На рисунку 2.8 наведена принципова схема установки для очищення ціановмісних стічних вод електролізерами з нерозчинними анодами.

В електролізері розташовуються електроди двох типів: сталі катоди (у вигляді пластин товщиною 1-2 мм) і аноди із графітованого вугілля у вигляді плит або стержнів.

Можна застосовувати малозношувані титанові аноди з металооксидним покриттям (діоксид рутенію, магнетит тощо).

Ціановмісні стоки з ємностей осередників 2 і 3 спрямовуються в електролізери 4. При обробленні концентрованих стоків їх розбавляють. З метою підвищення електропровідності середовища в електролізер вводиться хлористий натрій в кількості до 10 мг/дм^3 . Під дією електричного струму відбувається окиснення ціанідів, після чого стоки через проміжну ємність відправляються в нейтралізатор 5. Основні параметри процесів в електролізері: рН стоків 10-11; концентрація ціанідів – $100-600 \text{ мг/дм}^3$; густина струму на аноді – $1-1,5 \text{ А/дм}^2$; напруга – 6-12 В; концентрація хлоридів – до 1000 мг/дм^3 ; час окислення – 35-60 хв.

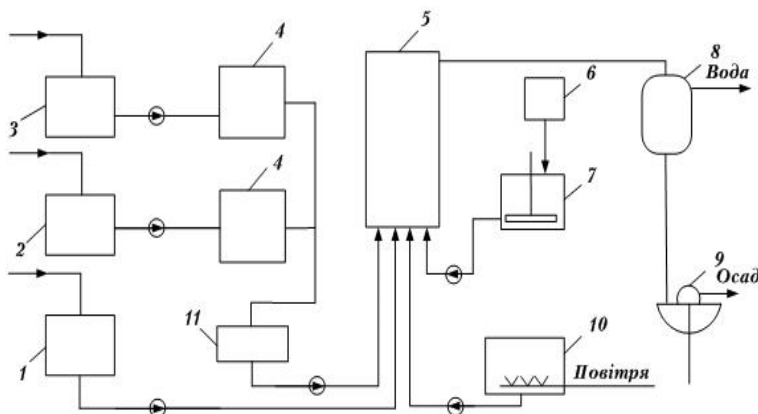


Рисунок 2.8 – Принципова схема установки очищення стічних вод електрохімічним способом.

Стоки через ємність 11 відправляються в нейтралізатор 5, куди з ємності 1 подаються і кислотно-лужні стоки. Для забезпечення необхідних параметрів процесу (рН = 7,5-6,5) в апарат 5 дозується кислота з бака 6 і 12 ємності 7 і 10 %- вий розчин лугів або вапняного молока з ємності 10. Відпрацьовані стоки подаються у відстійник 8, вода скидається в каналізацію, а осад спрямовується у вакуум-фільтр 9 для обезводнення. Очищена вода з електропровідністю, що дорівнює 20-30 мк См, спрямовується у оборотний цикл.

Підбираючи електроди і параметри електролізу, а також конструкції електролізерів в залежності від складу стічної рідини і задач, вирішуваних при її очищенні, досягають цілеспрямованої і високоефективної роботи установок.

Електрокоагулятори – апарати з розчинними анодами – виготовляються з алюмінієвими і з сталевими електродами. Електрокоагулятори з алюмінієвими пластинчастими електродами застосовуються для очищення концентрованих мастиловмісних стічних вод (відпрацьованих мастилоохо-

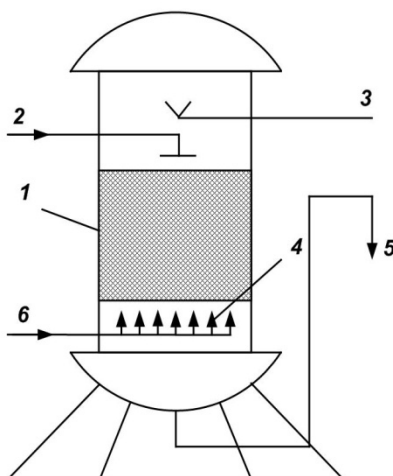
лоджувальних рідин), утворених при обробці металів різанням і тиском, з концентрацією мастил не більше 10 мг/дм^3 .

Електрокоагулятори зі стальними електродами необхідно застосовувати для очищення стічних вод підприємств різних галузей промисловості від шестивалентного хрому та інших металів при витраті стічних вод не більше $50 \text{ м}^3/\text{год}$, концентрації шестивалентного хрому до 5 г/дм^3 , початковому загальному вмісту іонів кольорових металів (цинку, міді, нікелю, кадмію, тривалентного хрому) до 100 мг/дм^3 , при концентрації кожного з іонів металів до 30 мг/дм^3 , мінімальному загальному солевмісті стічної води 300 мг/дм^3 , концентрації завислих речовин до 50 мг/дм^3 .

2.2.7 Екстракція, евапорація, кристалізація

Екстракція – спосіб розділення і витягнення компонентів суміші шляхом їх переведення з однієї рідкої фази (стічної води) в іншу (органічну), яка вміщує екстрагент. В промисловості здійснюється головним чином в протічній апаратах (екстракторах) безперервної дії. Застосовується в гідрометалургії для витягнення міді, для розділення рідких і розсіяних елементів.

На рис. 2.9 показана схема екстракційної насадкової колони. Це найпростіший екстрактор, який являє собою вертикально розташовані металеві баки з засипкою із великих шматків кварцу (6-7 см) або різного виду керамічних кілець (рівних, спіральних).



Рисунку 2.9. – Екстракційна насадкова колона:

1 – засипка (насадка); 2 – стічна вода; 3 – екстракт; 4 – сопла для екстрагента; 5 – очищена вода; 6 – екстрагент

Знизу подається розчинник (екстрагент), питома вага якого менша питомої ваги води, внаслідок чого розчинник підіймається догори. Забруднена стічна вода підводиться зверху. Шари води, зустрічаючи на своєму шляху розчинник, поступово віддають забруднювальні речовини. В такий спосіб можна очищати виробничі стічні води, які містять фенол.

Частіше застосовують багатоступеневу протічечну екстракцію. Стічні води і екстрагент надходять на установку з протилежних боків. Екстракт (розчин витягнутих речовин в екстракторі) видаляється з першого ступеня, а очищені стічні води (рафінад) із останнього ступеня. Прикладом такого очищення може слугувати витягнення нітропродуктів зі стічних вод бензолом. **Евапорація** – відгонка водяним паром летких речовин, які забруднюють стічну воду. Леткі речовини при нагріванні розчинів, які їх вміщують, переходять в парову фазу. Процес переходу перебігає особливо інтенсивно, якщо нагрівати воду, пропускаючи крізь неї пару. В такому разі леткі речовини видаляються з розчину не тільки на поверхні рідини, а і по всій площі контакту розчину з паром.

Схема евапораційної установки для видалення зі стічної води летких фенолів, показана на рис. 2.10.

Очищення проводиться в пароциркуляційних колонах дефеноляції. Верхня частина колони є відпарною, а нижня – поглинальною. Стічна вода через зрошувальний пристрій подається у верхню частину колони і стікає вниз назустріч парі, відбувається відгонка фенолів. Очищена вода відводиться, а суміш водяних парів і фенолу (паровідгінна суміш) забирається вентилятором і подається в нижню частину колони. На середині висоти відбувається зрошення насадки гарячим розчином лугу, який поглинає з пари феноли. Відпрацьований розчин, який містить фенолати, збирається і відводиться на переробку. Несконденсовані пари через стояк надходять у верхню частину колони.

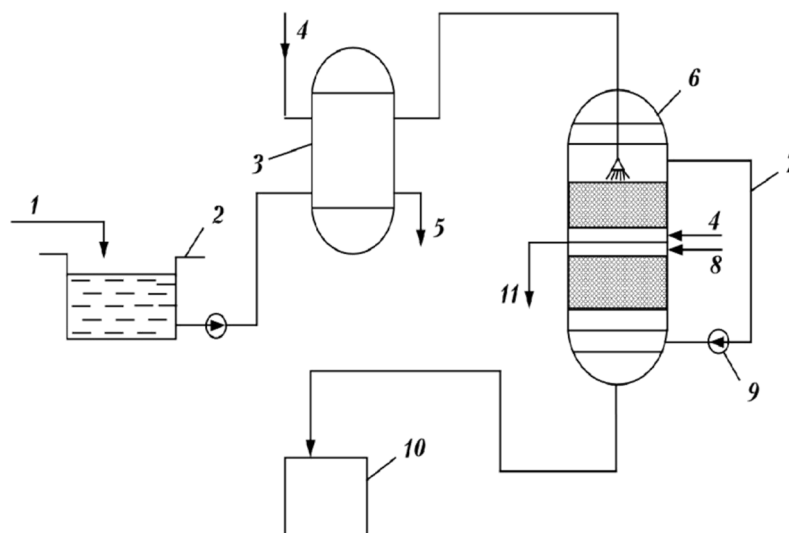


Рисунок 2.10 – Установка для видалення з води летких фенолів:

- 1 – подача феноловмісних стічних вод; 2 – ємність для стічних вод;
- 3 – теплообмінник; 4 – пара; 5 – конденсат; 6 – колона дефеноляції;
- 7 – подача паровідгінної суміші; 8 – поглинальний розчин лугів;
- 9 – вентилятор; 10 – збірник фенолятного розчину; 11 – випуск очищеної води

Кристалізація застосовується для очищення виробничих стічних вод з великою концентрацією забруднень, здатних утворювати кристали. Зазвичай

проводиться попередній процес – випарювання стічної води, щоб створити підвищену концентрацію забруднень, при якій можлива кристалізація. Для прискорення процесу кристалізації забруднень стічна вода охолоджується і перемішується. Вакуум-кристалізаційні установки набули широкого розповсюдження в чорній і кольоровій металургії для виділення солей металів. Процес проводиться при вакуумі, при якому розчин закипає і випаровується, знижується температура розчину та підвищується концентрація залізного купоросу. Вакуум створюється за допомогою пароструменевих насосів-ежекторів. Найбільш розповсюджені багатоступеневі установки безперервної дії. Найбільше розрідження утворюється в останньому четвертому ступені. Гарячий розчин перетікає з одного ступеня в інший, поступово охолоджуючись до 10 °С. Пульпа (суміш кристалів з маточним розчином) виводиться з четвертого ступеня і подається на центрифуги.

2.3 Обеззаражування стічних вод і випуск їх у водоймища

Обеззаражування (дезінфекцію) стічних вод проводять з метою знищення наявних в них хвороботворних (патогенних) бактерій і охорони, таким чином, водоймищ від зараження спущеними в них стічними водами.

Обеззаражування побутових стічних вод та їх сумішей з виробничими необхідно проводити після їх очищення. При спільному біологічному очищенні побутових і виробничих стічних вод, які пройшли роздільне механічне очищення, допускається проведення обеззаражування тільки побутових вод з дехлоруванням їх на спорудах біологічного очищення.

Обеззаражування стічних вод може здійснюватися різними способами: хлоруванням, електролізом, озонуванням, бактерицидними променями тощо. Найбільшого розповсюдження одержав спосіб хлорування стічних вод. Хлор вводиться в стічну воду у вигляді хлорного вапна або в газоподібному вигляді. Кількість активного хлору, введенного на одиницю об'єму стічної води, називають дозою хлору – і виражається в грамах на 1 м³, (г/м³).

Розрахункова доза активного хлору приймається:

- 1 - після механічного очищення – 10 (г/м³);
- 2 - після механічного очищення при ефективності відстоювання 70% і неповному біологічному очищенні – 5 (г/м³);
- 3 - після повного біологічного, фізико-хімічного і глибокого очищення – 3 (г/м³).

Установка для дезінфекції стічних вод хлором складається із таких елементів: витратного складу хлору, вузлів випарювання рідкого хлору і утворення хлорної води. Для невеликих установок хлор випаровують у тій тарі, в якій він зберігається. Якщо потрібно більше 30 кг/год хлору, то застосовуються випарники зі штучним підігрівом.

Для змішування хлорної води із стічними водами застосовуються різного типу змішувачі. Тривалість контакту хлора з водою повинна становити 30 хв. Як контактні резервуари застосовуються відстійники аналогічні первинним.

Швидкість руху стічних вод в контактних резервуарах повинна бути не більше 10 мм/с.

2.3.1 Хлорування води

Хлорування води є найдешевшим способом знезаражування але далеко не найбезпечнішим. Хімічні реакції між хлором, водою й повітрям створюють дуже шкідливі токсичні сполуки, через які й виникає алергія на воду.

Хлор, який широко застосовується для знезараження питної води, є небезпечним елементом. У результаті реакції хлору з гуміновими сполуками, продуктами життєдіяльності гідробіонтів і деякими речовинами промислового походження утворюються нові надзвичайно небезпечні галоформні сполуки, у тому числі канцерогени, мутагени й високотоксичні речовини з ГДК на рівні сотих і тисячних міліграма на 1 л. Індикаторами цієї групи є тригалометани (ТГМ): хлоро- і бромформ, дібромхлорметан, бромдихлорметан. Дані сполуки проникають в організм через шкіру при контакті з водою, зокрема при плаванні в басейні. Найнебезпечнішою серед них є хлороформ – газ, який використовувався в якості основного компонента хімічної зброї під час Першої світової війни. Цей газ у мінімальних, нешкідливих концентраціях виділяється із водопровідної води, яка тече із крана. Зовсім недавно виявлено, що купання в хлорованій воді може призвести до негативних наслідків для організму. Під час прийому ванни або душу галоформні сполуки потрапляють у повітря, а наш організм усмоктує воду через пори, і шкідливі сполуки осідають у внутрішніх тканинах організму. Аналогічний процес відбувається і в процесі кип'ятіння води, білизни, приготування їжі.

Отже, будь-які сполуки хлору мають властивість накопичуватися в організмі, і це означає, що негативний вплив хлорованої води може проявитися в майбутньому.

Бельгійськими вченими була проведена ціла серія різноманітних досліджень, у ході яких було доведено, що хлор у воді здатний викликати такі захворювання, як астма, серцева недостатність, рак крові та інші онкозахворювання. За даними американської Ради якості навколишнього середовища, "Ризик розвитку раку в людей, що п'ють хлоровану воду, на 93% вище, чим серед тих, чия вода не містить хлору".

Сумарний негативний вплив на організм людини вторинних забруднювачів, що утворюються при хлоруванні води, характеризується токсичністю хлорованої питної води і наступними експериментальними результатами.

- 1 Шкіра рук, тіла у побуті часто контактує із хлорованою водою. В експериментах на тваринах при впливі на шкіру дезінфікуючими водними розчинами хлорноватистої кислоти і її солі (HOCl і NaOCl), діоксиду хлору (ClO_2) і монохлораміна (NH_2Cl) у різних концентраціях було відзначене явище гіперплазії епідермальних клітин. При цьому водний розчин HOCl викликав максимальну в порівнянні з іншими дезінфікуючими засобами гіперплазію в

епідермісі шкіри мишей. У зв'язку з тим, що вплив дезінфікуючих засобів нагадує дію промотувальних пухлин ферболових ефірів, деякі дослідники вважають, що необхідне поглиблене вивчення механізму дії дезінфікуючих засобів на шкіру.

- 2 Як показали дослідження на ссавцях, на печінку вибірково діють ТГМ, особливо хлороформ і чотирихлористий вуглець, причому, як *in vivo*, так *in vitro*. При цьому відзначена дозова залежність обох токсинів. Мета-болізуючи в печінці з утворенням вільних радикалів CHCl_3 і CCl_4 вони ініціюють процеси перекісного окиснення ліпідів у біологічних мембранах печінки.

При вивченні дії трихлорацетата, який з'являється в питній воді після хлорування, в експериментах на тваринах були відзначені різні метаболічні ефекти, але органом-мішенню була печінка. Додавання у воду три-хлорацетата в концентраціях 50 - 500 мг/кг індукувало в пацюків проліферацію пероксидом у печінці з одночасною стимуляцією активності ферментів.

а Шлунково-кишковий тракт відгукується на дію хлорвмісних дезінфектантів у питній воді реакціями взаємодії останніх з органічними амінокислотами, які містяться в шлунковому соку. Токсичність сполук, що утворюються, поки вивчена недостатньо, але вважається, що кожна з них може проявляти власну токсичність, хоча проникнення в кров цих сполук може бути блоковане присутніми в шлунку відновниками.

б Нирки також реагують на хлоровану воду, особливо у хворих з нирковою недостатністю у випадку гемодіалісної терапії. Присутність хлорвмісних сполук, особливо хлораміну, може викликати денатурацію білків гемоліз еритроцитів. Крім цього, хлорамін може індукувати утворення метгемоглобіну, не здатного виконувати транспортні функції гемоглобіну із перенесенням O_2 або CO_2 в організмі. Відзначена токсична дія на нирки ди- і трихлорацетату, що виявляються в питній воді після хлорування, яка виражається в порушенні активності ферментів, що забезпечують нормальне функціонування нирок. На експериментальних тваринах особливо помітно проявляється порушення енергетичного метаболізму в тканинах при високих концентраціях хлороцтових кислот, коли тварини помітно худли, втрачали апетит і споживали менше води.

Вплив дезінфікуючих засобів і їх метаболітів, що утворюються після хлорування, на репродуктивні функції організму вивчалися на експериментальних тваринах. Зокрема, для побічних продуктів хлорування (CHCl_3 , хлорфеноли), при споживанні (близько 400 мг/кг маси тіла), знижувались розміри й маса тіла тварин. При споживанні з питною водою у більших концентраціях CHCl_3 та 2- і 4-хлорфенолів в концентраціях 500 мг/кг і 300 мг/кг відповідно негативно впливали на розвиток плоду в самок тварин, що характеризує їх тератогенну дію. Тварини, що народжувалися в цьому випадку, мали менші розміри, масу і кількість, у порівнянні з контрольними групами. Галоацетонітрили, як продукти хлорування води, не тільки порушували репродуктивні функції у тварин, але й мали генотоксичну і канцерогенну дію.

Зазвичай дані, отримані на експериментальних тваринах, екстраполюють на організм людини. Ретельні дослідження шкідливого впливу хлору і хлорвмісних сполук показали, що допустима концентрація залишкового активного хлору у питній воді за запахом і присмаком може бути встановлена для вільного активного хлору до $0,5 \text{ мг/дм}^3$, а для зв'язаного – до $1,2 \text{ мг/дм}^3$. Канцерогенної дії таких концентрацій вільного активного хлору не встановлено. За токсикологічною ознакою максимально допустима концентрація активного хлору у питній воді – $2,5 \text{ мг/дм}^3$. Дослідження порогових концентрацій діоксиду хлору за впливом на запах і присмак води, ступеня поглинання в порожнині рота і шлунка, а також за токсикологічною ознакою показали, що гранично допустима концентрація цього реагенту в питній воді може бути прийнятий норматив – не більше $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Кардинальним вирішенням екологічних проблем дезінфікування води є заміна хлорування озонуванням і знезараженням води УФ-променями.

Бактерицидна дія УФ-променів більш ефективна, ніж при хлоруванні. УФ-промені знищують не тільки вегетативні, але і спороутворювані бактерії. При знезараженні УФ-променями смакові якості та хімічний склад води не змінюються. Експлуатація УФ-установок простіша, зручніша і в 2 рази дешевше хлорування.

2.3.2 Знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням

Ультрафіолетовим випромінюванням називається електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 10-400 нм.

Для знезаражування води в технології водопідготовки використовується біологічно активна область спектра УФ-випромінювання з довжиною хвилі від 205 до 315 нм, що називається бактерицидним випромінюванням. Максимум бактерицидної дії припадає на область 250-270 нм.

Особливо сильну дію має ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі близько 260 нм. Саме цю довжину хвилі добре поглинають нуклеїнові кислоти, що відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності мікроорганізмів.

Мінімальна питома доза УФ-випромінювання для ефективної дезінфекції становить 16 мВт/см^2 . Вона забезпечує знищення 99,999% бактерій Е. Колі. Для інших мікроорганізмів доза, що забезпечує таку ж ступінь дезінфекції, може бути більшою.

Ультрафіолетове випромінювання має виражену біоцидну дію відносно різних мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси й гриби. УФ-випромінювання в дозах, що забезпечують бактерицидний ефект, не гарантує епідемічну безпеку води відносно збудників паразитологічних захворювань.

Знезаражуюча дія УФ-випромінювання базується на необоротних ушкодженнях молекул ДНК і РНК мікроорганізмів, що перебувають у воді, за рахунок фотохімічного впливу променистої енергії. Фотохімічний вплив

припускає розрив або зміну хімічних зв'язків органічної молекули в результаті поглинання енергії фотона.

Ступінь інактивації під дією УФ-випромінювання мікроорганізмів пропорційна інтенсивності випромінювання (мВт/см^2) і часу опромінення (с).

Добуток інтенсивності випромінювання на час називається дозою опромінення (мДж/см^2) і є мірою бактерицидної енергії, яка передається мікроорганізмам.

Дози УФ-випромінювання за критерієм загибелі бактеріальних клітин підрозділяються на:

1. суббактерицидні, що не викликають загибелі бактерій;
2. бактерицидні, що викликають загибель бактеріальних клітин.

Для досягнення заданого ступеня знезаражування води УФ-випромінюванням необхідний облік основних факторів, що впливають на процес знезаражування. До таких факторів відносяться:

- потужність джерел УФ-випромінювання і раціональне використання його в УФ-установках знезаражування води;
- поглинання УФ-випромінювання водою, що знезаражується;
- закономірності відмирання різних мікроорганізмів під дією УФ-випромінювання.

Як джерело УФ-випромінювання для знезаражування води використовуються газорозрядні лампи, що мають у спектрі свого випромінювання діапазон довжин хвиль 205-315 нм. Існують конструкції ламп, у спектрі випромінювання ртутного розряду яких міститься лінія 185 нм. У процесі роботи цих ламп у повітряному середовищі утворюється озон.

Основним типом ламп, застосовуваних в установках знезаражування води, є лампи, заповнені сумішшю парів ртуті та інертних газів, які працюють в режимах низького і високого тиску.

Лампи низького тиску мають електричну потужність 2-200 Вт і робочу температуру 40 -150 °С. У лампах цього типу близько 30% електричної енергії перетворюється в бактерицидне випромінювання з довжиною хвилі 254 нм. Термін служби ламп низького тиску становить 5000 -10000 годин.

Лампи високого тиску мають потужність 50 - 10000 Вт і працюють при температурі 600 - 800 °С. Ці лампи мають широкий спектр випромінювання і низький коефіцієнт корисної дії в області короткохвильового випромінювання. Їхнє використання в технології знезаражування води обумовлене великою потужністю ламп.

Конструктивно джерела УФ-випромінювання поділяються на лампи відбивачами і лампи із захисними кварцовими чохлами.

УФ-лампи з відбивачами використовуються в установках з незануреними джерелами випромінювання. Ці лампи розташовуються над вільнопроточною водою, тобто в установках відсутній безпосередній контакт ламп із водою.

УФ-лампи із захисними кварцовими чохлами використовуються в установках із зануреними джерелами випромінювання. Лампи із захисними

чохлами розташовуються в потоці води, що обтікає їх з усіх боків. Захисні чохли виготовляються із кварцового скла і призначені для стабілізації температурного режиму ламп.

Для знезаражування питної води частіше застосовуються установки із зануреними джерелами внаслідок більш високої ефективності використання УФ-випромінювання ламп.

Установки УФ-знезаражування повинні забезпечувати рівномірний розподіл дози опромінення в повному об'ємі води, що знезаражується. Рівномірність опромінення досягається за рахунок турбулентності потоку внаслідок високої швидкості руху води та наявності спеціальних "вирівнювальних" пристроїв.

Проникнення УФ-променів у воду супроводжується їх поглинанням як самою водою, так і речовинами, що перебувають у воді в розчиненому або зваженому стані.

Поглинаюча здатність води характеризується коефіцієнтом поглинання, числове значення якого вказує частку бактерицидного випромінювання, поглиненого шаром води товщиною 1 см.

Коефіцієнти поглинання природної води поверхневих джерел водопостачання коливаються в межах від 0,2 до 0,6.

Коефіцієнти поглинання питної води, отриманої з підземних джерел водопостачання, мають значення 0,05 - 0,2; з поверхневих джерел – 0,15 - 0,3.

З урахуванням експлуатаційної і економічної доцільності УФ-знезаражування може бути використане для обробки води з кольоровістю до 50, мутністю до 30 мг/дм³ і змістом заліза до 5,0 мг/дм³.

Вплив мінерального складу води на ступінь бактерицидного опромінення проявляється в утворенні осаду на поверхні кварцових чохлів УФ-ламп.

Різні види мікроорганізмів при однакових умовах опромінення мають різний ступінь чутливості до УФ-випромінювання.

Величини доз опромінення, необхідні для інактивації 99,9% окремих видів мікроорганізмів у лабораторних умовах, наведені в таблиці 5.2.

При УФ-знезаражуванні води не існує проблеми передозування. Підвищення дози УФ-випромінювання не призводить до гігієнічно значимих несприятливих змін властивостей води і утворення побічних продуктів. Доза УФ-випромінювання може бути збільшена до значень, що забезпечують епідемічну безпеку води як по бактеріях, так і по вірусах.

УФ-знезаражування не потребує тривалого контакту УФ-променів з водою. Бактерицидний ефект проявляється протягом часу проходження води через камеру знезаражування УФ-установок. УФ-випромінювання в технології одержання питної води може бути використане на етапі:

Попереднього знезаражування води;

Заключного знезаражування питної води.

На етапі попереднього знезаражування води УФ-випромінювання використовується як метод, альтернативний первинному хлоруванню при відповідності якості води джерела водопостачання вимогам. Це знижує ризик

утворення у воді тригалометанів (ТГМ), забезпечує необхідний ступінь зниження мікробного забруднення води і задовольняє санітарний стан очисних споруд. Технологічна схема водопідготовки з використанням УФ-випромінювання на етапі попереднього знезаражування для кожного конкретного джерела водопостачання встановлюється на основі технологічних досліджень або досвіду роботи обладнання в аналогічних умовах.

Необхідний ступінь первинного знезаражування води визначається технологічним регламентом.

При первинному знезаражуванні води можлива комбінація методів хлорування й УФ-опромінювання. При цьому доза хлору може бути скорочена на 15-100% за умови забезпечення технологічної ефективності наступних етапів водопідготовки (коагуляція, відстоювання, фільтрування і т. д.).

На етапі заключного знезаражування води УФ-випромінювання використовується як самостійний метод, так і в комбінації з реагентними методами знезаражування.

Вибір схеми знезаражування визначається на основі аналізу умов водопостачання (кольоровість води, вміст органічних речовин, технічний стан розподільної мережі і т. д.).

На ефективність роботи ультрафіолетових установок великий вплив мають якість води й інтенсивність опромінювання. Глибина проникнення променів у товщу води визначається речовинами, що містяться в ній у розчиненому або суспендованому стані. Зменшення глибини проникнення відбувається в результаті поглинання УФ-променів органічними сполуками, гуміновими кислотами, зваженими частинками й солями, що містять залізо, марганець. Завислі частинки абсорбують промені тільки частково, значна частина їх розсіюється. Таким чином, перед знезаражуванням УФ-променями вода повинна бути попередньо оброблена й не мати мутності й кольоровості.

Для забезпечення більш надійного ефекту опромінювання води ультрафіолетовими променями застосовують різні способи інтенсифікації процесу. Найпоширеніший прийом – створення конструкцій, що забезпечують перемішування шарів води навколо випромінювача. У процесі роботи установок відбувається обростання ламп і корпусу солями твердості і оксидами заліза. Для запобігання обростанню УФ-випромінювачі зазвичай поміщають у кварцові чохла. Відкладення з них знімають за допомогою очисних пристроїв. Контроль інтенсивності випромінювання ламп УФ-установки і керування їх роботою здійснюється автоматично.

Метод опромінювання води ультрафіолетовими променями простий у конструктивному виконанні, зручний в експлуатації, тому що є безреагентним, не змінює органолептичних показників води й т. п. Однак його широкому практичному поширенню перешкоджає те, що УФ-установки можуть застосовуватися тільки для знезаражування вод, фізико-хімічні показники якості яких відповідають стандартам на питну воду. При цьому бактеріальне забруднення води має бути незначним ($E. Coli < 1000 \text{ од/дм}^3$).

Спільний вплив окиснювачів і УФ-опромінення навіть при обробці води з показниками мутності, кольоровості й окисності, які не відповідають вимогам, що висуваються до якості питної води, забезпечує високий ступінь очищення води і бактерицидний ефект.

На водопровідних станціях допускається паралельне розташування у два – три яруси установок УФ-випромінювання. На кожні одну – п'ять установок повинна бути передбачена одна резервна. Установки можуть монтуватися як на усмоктувальній, так і на напірній лінії насосів. На підвідних і відвідних трубопроводах до кожної установки обов'язково повинні бути засувки для регулювання витрати подаваної води. Система технологічного контролю над процесом експлуатації УФ-установок повинна включати контроль: дози УФ-опромінення; ресурсу з урахуванням часу наробітку УФ-ламп; справності УФ-ламп; вмісту озону в повітряному середовищі.

2.3.3 Озонування стічних вод

Знезаражувальна дія озону пояснюється окисненням бактеріальних клітин атомарним киснем, утворюваним при розкладанні озону (озон O_3 легко розкладається на молекули O_2 і атом O кисню). Реакція окиснення відбувається дуже швидко і ефективно. Органічні речовини руйнуються і перетворюються в більш прості і нетоксичні сполуки (CO_2 і H_2O). Озонуванням можна очищати стічні води від розчинених фенолів, нафтопродуктів, сірководню, поверхнево-активних речовин, тетраетилсвинцю, ціанідів, барвників.

2.3.4 Випуск стічних вод у водоймища

Очищені стічні води після дезінфекції відводяться по каналу (закритому або відкритому) до місця випуску у водоймище. Відвідний канал закінчується береговим колодязем, з якого стічні води через випуск спускаються безпосередньо у водоймище.

Основна задача при влаштуванні випуску – якнайбільш повне змішування стічної води з водою водоймища для одержання найбільшого ступеня розведення. Випуск являє собою стальну трубу, яка прокладена під водою. Оголовок (кінець) труби доводять до фарватеру річки, де спостерігається найбільша швидкість течії і для кращого перемішування стічної води з річковою водою. При випусканні стічних вод в озера і моря оголовок відводиться на відстань від берега, щоб при нагнічених течіях або припливах не відбувалося забруднення узбережжя.

Оголовок підводного трубопроводу випуску може бути зосередженим або розсіювальним (рис. 5.3). Перший забезпечує водоскид в одному місці водоймища, інший – в декількох місцях [12].

Розсіювальний випуск більш розповсюджений, тому що забезпечує краще змішування стічних вод з водою водоймища.

В залежності від глибини водоймища, товщини крижаного покриву і наявності пароплавання підводну частину випуску кладуть в траншею або безпосередньо по дну водоймища, закріплюючи палями або кам'яною обсіпкою.

Отвори в оголовку розташовують на достатній висоті від дна (1-2 м) для попередження розмивання дна. Відстань від нижньої поверхні льоду до отворів повинна бути не менше 1,0-1,5 м. Це захищає лід від підтаювання.

Швидкість течії очищених стічних вод у підводній частині необхідно приймати по можливості якнайбільшою (не менше 0,5-7 м/с). При таких швидкостях зменшується діаметр трубопровода випуску і запобігається його замулювання.

3 РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Технології виробництва полімерних та олігомерних матеріалів

Виробництво полімерних та олігомерних плівкоутворювачів пов'язане з утворенням газоподібних відходів та стічних вод, що забруднюють навколишнє середовище, насамперед, повітряний та водний басейни.

У зв'язку з цим проблема очищення газових викидів та стічних вод при одержанні плівкотвірних речовин має велике значення для збереження довкілля. Слід зауважити, що сучасні технологічні процеси перед їх впровадженням аналізують з точки зору кількості викидів та обираються найменш шкідливі для довкілля, для комплектації технологічних процесів обирається найбільш герметичне обладнання та сучасні високопродуктивні, ефективні методи знешкодження забруднювачів довкілля при виробництві плівкоутворювачів.

Характер стічних вод та газових викидів змінюються та обумовлені типом плівкотвірної речовини, а також особливостями кожного конкретного технологічного процесу. Характеристики та кількість відходів виробництва обумовлюють метод їх очищення та знешкодження. Нижче наведені дані про різні типи викидів при одержанні плівкотвірних речовин.

3.1.1. Виробництво олігоестерів. Газові викиди при одержанні олігоестерів містять акролеїн, фталевий, малеїновий ангідриди, жирні кислоти, спирти та реакційну воду. Загальний об'єм газових викидів при виробництві однієї тони олігоестеру азеотропним методом складає 6 м^3 , а методом сплавлення – 100 м^3 . Джерелом утворення стічних вод при виробництві олігоестерів є реакційна вода та вода, що використовується для очищення газових викидів у дезодораційних установках. У середньому при одержанні 1 тони оліестерів утворюється $2.5\text{-}5\text{ м}^3$ стічних вод, що містять акролеїн, гліколи, фталеву та малеїнову кислоти.

3.1.2. Виробництво феноло-формальдегідних олігомерів. Основним відходом виробництва феноло-формальдегідних смол є стічна вода. Газових викидів, що потребують очищення перед викидом в атмосферу майже не утворюється. Кількість стічних вод на виробництво 1 тони феноло-формальдегідних смол складає від 400 до 14350 кг в залежності від виду олігомеру. Стічні води складаються з реакційної води, води, що вводиться з формальдегідом та промивних вод. Промивні води складають найбільшу частину серед загальної маси стічних вод. Таким чином, для зменшення кількості стічних вод можна замінити формалін як сировинний компонент, що містить формальдегід, на параформ, та обирати методи синтезу олігомерів, що не містять стадій промивки продукту водою. Стічні води містять формальдегід, метанол, фенол, бутанол, сульфати. Для очищення стічні води збираються в баку 1 (рис. 3.1.2.1), подаються у куб, що постачений оболонкою для підігріву стічних вод до температури 60-65 °Сз допомогою пара. У куб додають натрій гідроксид до значень рН=9-11. У кубі перебігає реакція альдольної конденсації, температуру піднімають до 95 °С та витримують протягом 0.5 години. Метанольно-бутанольну фракцію збирають у збірник 9, а звідти направляють на повторну конденсацію для виділення спиртів. Бутанольну фракцію збирають у апараті 8 для наступної утилізації бутанола як сировинного компонента в технологічному процесі синтезу фенолоформальдегідних смол. Водно-бутанольна фракція збирається у апараті 7, звідки направляється до баку 1.

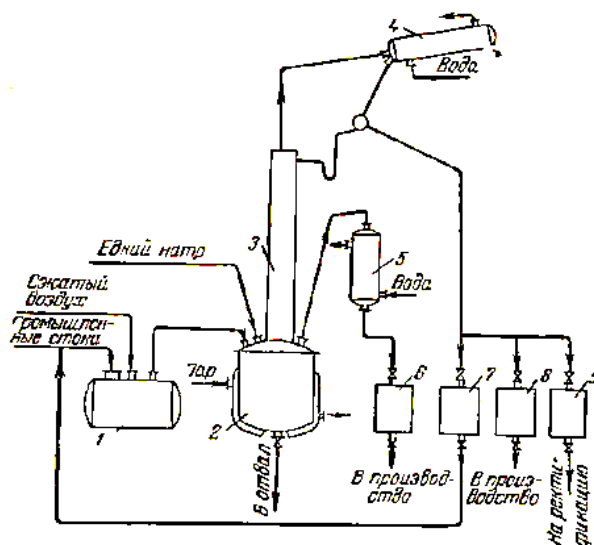


Рисунок 3.1.2.1 Технологічна схема очищення стічних вод при синтезі фенолоформальдегідних смол

1 – Бак для стічних стоків; 2 – куб ректифікаційної колони тарельчасто-колпачкового типу; 3 – ректифікаційна колона; 4 – теплообмінник; 5 – прохідний теплообмінник; 6–9 – технологічні ємкості.

Таким чином, водно-бутанольна фракція поповнює стічні води, призначені для очистки з початку циклу. Температуру у кубі 2 піднімають до 95°С та відганяють воду за допомогою теплообмінника 5 у ємність 6.

3.1.3. Виробництво карбамідо- та мелаїноформальдегідних олігомерів. При виробництві карбамідо- та мелаїноформальдегідних олігомерів на 1 тону продукту утворюється від 1.1 до 2.1 тони стічних вод. Газових викидів, що потребують очищення при виробництві карбамідо- та мелаїноформальдегідних олігомерів не утворюється. Стічні води містять формальдегід та реакційну воду зі та дії поліконденсації та воду з формаліну та воду зі стадії осушки олігомери. Крім формальдегіду в стічних водах є метанол, бутанол, етилцелозольв. Вміст спиртів у стічних водах може досягати 50%.

3.1.4. Виробництво олігоорганосилоксанів. Виробництво олігоорганосилоксанів пов'язане з утворенням як стічних вод, так і газових викидів. Особливо багато газових викидів, що містять хлористий водень при виробництві олігоорганосилоксанів з хлорсиланів. Стічні води утворюються на стадії гідроліза реакційних компонентів за рахунок води, що додають для проведення гідролізу та води при промивці олігоорганосилоксанів а також води, що виділяється на стадії поліконденсації. Ці води містять хлористий водень, низькомолекулярні олігоорганосилоксани, толуол, силаноли. Велика кількість стічних вод утворюється при очищенні газових викидів при орошенні їх водою.

3.1.5. Виробництво діанових епоксидних олігомерів.

Характер відходів при виробництві діанових епоксидних олігомерів залежить від їх методу виробництва. Одержання епоксидних олігомерів методом конденсації призводить до утворення таких відходів виробництва як стічні води з великою кількістю неорганічних та органічних речовин, що потребують різних методів очищення. Газові викиди очищення не потребують. Стічні води містять розчин натрій хлориду, калій та натрій гідроксидів, гліцерін, дігідроксибенілпропан, толуол, циклогексанон, бутанол, натрій карбонат, натрій бікарбонат, натрій фосфат, натрій ацетат. Кількість стічних вод складає 10 т на 1т продукту.

3.1.6. Виробництво олігоуретанових олігомерів.

Основними шкідливими відходами виробництва поліуретанів є газові викиди, що містять до 2-5 мг/м³ толуїлендіізоціанату та до 200 мг/м³ гаксаметилендіізоціанату. Одержання уралкідних олігомерів пов'язане з утворенням рідких та газоподібних відходів, що потребують очищення від фталевої, малеїнової, абієтинової, бензойної кислот, жирних кислот, гліцерину, толуолу чи ксилолу, гліцерину, толуїлендіізоціанвту, акролеїну та інших забруднювачів.

3.1.7. Виробництво полімерів та олігомерів з ненасичених мономерів.

В залежності від методу синтезу кількість відходів виробництва різна. Найменша кількість відходів при емульсійному методі виробництва поліакрилових смол, полівінілацетату, полістирольних продуктів, у випадку застосування суспензійного методу стічні води містять вільний мономер, емульгатори, ініціатори полімеризації, електроліти. На 1т продукту утворюється біля декількох тон стічних вод, які потребують очищення. У газових викидах містяться шкідливі мономери акрилової кислоти та її похідних,

стиролу, вінілбутиловий естер, вінілацетату, тому газові викиди потребують ретельного очищення.

3.1.8. Виробництво олігомерів на основі переробки рослинних олій.

При виробництві оліф, малеїнізованої олії, уретанізованих олій, епоксидованих олій в технологічних процесах у газових викидах містяться жирні кислоти, акролеїн у разі підвищення температури до 240-260 °С. Стічні води містять залишки каталізаторів карбонатів натрію, малеїнову кислоту, оцтову кислоту, що обумовлює необхідність очищення газових викидів методами орошення водою, а стічних вод методом нейтралізації та каталітичного окиснення органічних домішок.

Використання методу каталітичного окиснення дозволяє повністю очистити газові викиди від таких домішок, як масляний альдегід, ацетон, метиловий, пропиловий, етиловий діацетоновий спирти, ксилол, толуол, уайт-спірит, ізоціанати, фенол, ненасичені мономери. Дуже ефективним у цих процесах виявив себе мідно-хромовий каталізатор, що містить хромати (60%), хроміти (30%) та міді з домішками оксидів міді, хрому та кальцію. Процес окиснення відбувається при 240-350 °С. Находять застосування інші каталізatori, наприклад, М-2, що являє собою суміш неблагородних металів з невеликою кількістю платини (0.001 %), які нанесені на пористий металевий носій. Метод вогняного дожигу проводиться до повного згоряння органічних домішок при температурі 800-1000 °С. Комбіновані методи очищення газових викидів передбачають екстрагування шкідливих домішок водою з наступним каталітичним окисненням до CO_2 та H_2O .

3.2 Технологія виробництва пігментів та наповнювачів

В процесі виробництва пігментів і наповнювачів необхідно дотримуватися певних запобіжних заходів для захисту робочого персоналу та запобігання забрудненню навколишнього середовища. Всі пігменти і наповнювачі представляють певну небезпеку для здоров'я людей, так як схильні до сильного пиління через високий ступінь дисперсності. З найбільшим пилеутворенням пов'язані операції термічної обробки, сушки, подрібнення, транспортування і упаковки. Обладнання, що використовують для цих операцій повинно мати місцеву вентиляцію для відсмоктування і уловлювання пилу з робочої зони. Крім того, в виробничому приміщенні повинна бути передбачена загальна приточно-витяжна вентиляція.

Для зниження пилеутворення вельми ефективний фляшинг-процес, що дозволяє виключити такі операції, як сушка і подрібнення.

Особливу небезпеку становить пил токсичних пігментів. Найбільшою токсичністю мають свинецьовмісткі пігменти (свинцеві білила, свинцевий сурик, свинцеві крона і ін.), хромати всіх металів, оксиди хрому, кадмієві і ртутні пігменти. Так, гранично допустима концентрація свинцевих пігментів в повітрі становить 0,01, а кадмієвих - 0,2 мг / м³.

Для запобігання отруєнь токсичними пігментами потрібне ретельне дотримання особистої гігієни і обов'язкове використання засобів індивідуального захисту. Пил деяких пігментів (залізна блакить, технічний вуглець) може утворити вибухонебезпечні суміші з повітрям.

У виробництві пігментів в якості сировини використовується велика кількість оксидів і солей металів, багато хто з яких є токсичними (РЬ, Сб, Сг і т.д.). Робота з ними вимагає дотримання тих же правил техніки безпеки, що і при роботі з токсичними пігментами. Концентровані кислоти і рідше - луги, що застосовуються у виробництві пігментів, також становлять небезпеку, і при роботі з ними необхідно дотримання загальноприйнятих правил техніки безпеки.

Відходами виробництва пігментів є газові викиди, стічні води, шлами та ін. Газові викиди можуть містити значну кількість пилу вихідної сировини або пігментів. Для запобігання забруднення навколишнього атмосфери газові викиди очищають, пропускаючи через систему циклонів і фільтрів. В окремих випадках викиди, що містять токсичні гази (наприклад, оксиди азоту), піддають спеціальному очищенню від них.

Кислі та лужні стічні води нейтралізують перед збросом в водойми. Крім того, в стічних водах можуть бути іони важких металів, що забруднюють водойми. Для відрази забруднення стічні води піддають очищенню шляхом переведення іонів важких металів в нерозчинні з'єднання з наступним фільтруванням. Гранично допустимі концентрації в стічних водах, наприклад, іонів РЬ^{2+} , Сг^{6+} становить $0,1 \text{ мг / м}^3$.

Для зменшення загального обсягу стічних вод і зниження споживання свіжої води необхідно прагнути до максимальної але можливого використання стічних вод (після їх нейтралізації і очищення) в наступних циклах виробництв, наприклад заходів для промивання, охолодження і т.п.

Шлами, як правило, представляють собою непрореаговані вихідні сировинні компоненти з домішкою різних з'єднань. У дуже рідкісних випадках шлами можуть бути використані в інших виробництвах; зазвичай їх скидають у відвали.

3.3 Технологія виробництва пігментованих матеріалів

В процесі виробництва пігментованих лакофарбових матеріалів, як рідких, так і порошкових, необхідно запроваджувати певні запобіжні заходи для захисту працюючих людей і запобігання забруднення навколишнього середовища.

У виробництві пігментованих лакофарбових матеріалів використовуються пігменти і наповнювачі, олігомери і полімери різні органічні розчинники і функціональні домішки. Практично всі перераховані речовини надають шкідливий вплив на організми людини. Токсикологічні характеристики їх приводяться в спеціальній літературі. Особливості безпечної роботи з олигомерами (полімерами), їх розчинами (лаками), органічними

раніше. Відходами виробництва пігментованих лакофарбових матеріалів є вентиляційні викиди, що містять пил пігментів, наповнювачів, порошкоподібних полімерів і інших компонентів сумішей; рідкі відходи після промивання обладнання та, нарешті, тверді відходи, що представляють собою затверділі плівки, стерті з обладнання. Для попередження забруднення навколишнього середовища вентиляційні викиди піддають обов'язковій очистці від пилу на системі циклонів і фільтрів. Відокремлені тверді відходи направляють у відвал або ховають в місцях, визнаних контролюючими органами.

Тверді відходи виробництва (після чистки обладнання) також вивозять у відвал або ховають. Крім того, їх можна знищувати спалюванням на спеціальних установках. Відходи, отримані після промивання устаткування, можуть бути двох типів. При промиванні органічними розчинниками отримують розбавлені розчини олігомерів (полімерів), окрашені невеликою кількістю пігментів. Такі відходи можна використовувати в технологічному процесі при виробництві матеріалів, до яких не пред'являються жорсткі вимоги за кольором (грунтовки, шпатлівки і т. п.). У тому випадку, коли промивку проводять лужними розчинами, отримані при цьому рідкі відходи піддають складному комплексному очищенню, включно зі стадією нейтралізації, відділення твердих неорганічних речовин фільтруванням і знищення від органічних домішок спалюванням.

3.4. Очищення стічних вод та газових викидів фарбувального виробництва при різних методах нанесення покриттів. Утилізація твердих відходів фарбувального виробництва.

У цехах та дільницях для нанесення захисно-декоративних покриттів на поверхні різної природи (металеві, з деревини, пластиків та т.п.) застосовують різне технологічне обладнання на різних стадіях фарбування: агрегати хімічної підготовки поверхні, камери фарбування, охолоджувальні камери, сушильні камери, обладнання для підготовки лакофарбових матеріалів для нанесення, переробки відходів виробництва та викидів і стічних вод.

Очищення газових викидів фарбувального виробництва здійснюється з використанням методу окиснення, що перебігає при високих температурах – термічне дожигання та при низьких температурах – каталітичне дожигання шкідливих речовин. Обидва способи дозволяють одержувати з вуглеводнів шляхом окиснення H_2O та CO_2 . Основні чинники, що впливають на ефективність процесів окиснення: температура, кількість кисню, час перебування газів у зоні окиснення. Концентрація кисню у суміші з газами, що очищуються, повинна бути не менш, ніж 17%. Підвищення температури окиснення зменшує час перебігання процесу окиснення: наприклад, високотемпературний дожиг толуола при температурі $650^{\circ}C$ потребує 1с, а при температурі $750^{\circ}C$ – 0.7с. Найбільш оптимальні параметри процесу – температура $750^{\circ}C$, термін окиснення – не менш 1с. З метою збільшення об'ємів викидів, що очищуються, застосовують комбіноване високотемпературне та каталітичне очищення викидів. Процес каталітичного

дожигу складається з наступних елементарних стадій: дифузії шкідливих речовин з газового потоку до поверхні каталізатора, адсорбції, хімічної реакції окиснення, десорбції, дифузії продуктів реакції з поверхні каталізатора у газовий потік. Каталізатори, що використовують для перебігання каталітичного окиснення – керамічні та металічні. Керамічні матеріали здатні вивітрюватися під впливом високих температур та значних швидкостях подачі газових потоків та утворювати пил. У зв'язку з появою дефектів поверхні покриттів в присутності часток пилу, ці каталізатори рідко застосовують. Частіш застосовують металеві каталізатори з платини та паладію, для яких характерні висока активність, селективність, механічна стійкість та великий термін експлуатації. Для підвищення енергоефективності процесів очищення теплоту процесу очищення газових викидів утилізують на стадіях хімічної підготовки поверхні та тверднення покриттів у сушильних камерах.

Очищення стічних вод в процесах фарбування необхідне після стадій підготовки поверхні, фарбування. Після агрегатів підготовки поверхні необхідне видалення кислот, лугів, емульгованих масел, з'єднань хрому. Склад шкідливих домішок коливається у широких межах: солі лужних металів – 5-40%, олій – 0.1- 1г/л, Cr^{6+} - 8-10 г/л, Cr^{3+} - 12-15г/л, з ван пасирування - Cr^{6+} - 1г/л. Перед спусканням у водойми вміст шкідливих речовин повинен складати 0.001-01г/л Cr^{6+} . Для очищення застосовують фільтраційні методи, методи іонного обміну, нейтралізації. Нейтралізацію стічних вод здійснюють шляхом з'єднання кислих та лужних потоків, солі, що утворюються видаляють методом фільтрації з контролем рН до 6.5-8.5 та зливом до каналізації. Кількість Cr^{6+} зменшують при додаванні бісульфіту натрію. Відновлення проводять при рН=2. Потік стічних вод, що містять Cr^{3+} нейтралізують, відокремлюють від солей фільтруванням або пропусканням через іонообмінні мембрани з наступним зливом стічних вод. Існують методи очищення стічних вод після агрегатів підготовки поверхні з повною регенерацією відпрацьованих розчинів, що працюють по принципу замкнутого циклу. При фарбуванні методом електрофореза використовується де мінералізована вода, яка одержується шляхом очищення іонообмінними смолами. Для збільшення ресурсу використання іонообмінних смол їх промивають та регенерують розчинами кислот або лугів, після чого отворюються стічні води після промивки смол. Метод очищення таких стічних вод – метод нейтралізації. На стадії фарбування стічні води утворюються після відділення відходів фарби від води з водяних дзеркальних фільтрів. Вода у дзеркальних фільтрах фарбувальних фільтрів зворотня, тобто використовується цикл за циклом після видалення відходів фарби.

Переробку відходів фарби проводять на технологічних лініях, які укомплектовані змішувачами, дисольверами, фільтрами. Відходи фарби в залежності від вмісту нелетких речовин та в'язкості або розчиняють у розчинниках, або нагрівають до температури 40-50°C. Нагрівання до більш високих температур може призвести до випарювання розчинників.

Перемішування відходів проводять у змішувачах з з-подібними

перемішуючими пристроями, після чого матеріал подають на фільтрацію на фільтрах грубого очищення, а потім після фільтрації передають на стадію диспергування у дисольвер, а потім на стадію постановки на «тип». Фільтрація готового лакофарбового матеріалу здійснюється на фільтрах типу «Кюно» або мішечних фільтрах в залежності від заданого ступеню дисперсності.

4 Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте природу забруднювачів атмосфери.
2. Наведіть класифікації джерел забруднення повітря та атмосферних забруднень.
3. Опишіть основні властивості пилу та їх вплив на ефективність роботи пилоочищувальних апаратів.
4. Наведіть порядок розрахунку ефективності вловлювання пилу.
5. Розкажіть про вплив властивостей газів на роботу систем пило- і золоуловлювання.
6. Охарактеризуйте основні механізми осадження завислих в газах частинок.
7. Обґрунтуйте суть гравітаційного осадження частинок пилу.
8. Опишіть особливості відцентрового та інерційного осадження частинок.
9. Розкажіть про можливості застосування електричних зарядів для осадження частинок пилу.
10. Охарактеризуйте основні методи захисту навколишнього природного середовища.
11. Розкрийте суть основних способів очищення газів.
12. Поясніть важливість необхідності визначення ступеня очищення газів.
13. Дайте означення видів гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі.
14. Поясніть суть гранично допустимих та тимчасово погоджених викидів шкідливих речовин.
15. Розкрийте сутність процесу магнітного очищення газів та можливості його застосування.
16. Охарактеризуйте переваги магнітного очищення газів порівняно з їх традиційним очищенням.
17. Наведіть класифікацію основних груп апаратів для магнітофільтраційного очищення газів.
18. Розкажіть про особливості конструкції електромагнітних фільтрів осердя-насадкою.
19. Поясніть вимоги до вибору та розрахунку конструкції фільтрів-осаджувачів.
20. Охарактеризуйте вимоги до багатополюсних фільтрів з „відділеними” електромагнітами.
21. Проаналізуйте переваги фільтрів з „відділеними” постійними магнітами.
22. Розкрийте суть та особливості застосування мокрого очищення газів.
23. Перерахуйте основні переваги та недоліки мокрих пиловловлювачів.

24. Опишіть порядок роботи порожнистих газопромивників.
25. Охарактеризуйте особливості роботи насадкових газопромивників.
26. Наведіть характеристики пінних пиловловлювачів.
27. Розкажіть про особливості застосування механічних газопромивників.
28. Поясніть особливості конструкції ударно-інерційних апаратів та процесу очищення газу в них.
29. Опишіть принцип використання відцентрової сили для вловлювання частинок пилу в скруберах відцентрової дії.
30. Розкрийте суть роботи швидкісних газопромивників.
31. Наведіть класифікацію скруберів Вентурі.
32. Поясніть суть та особливості очищення газів фільтруванням.
33. Наведіть класифікацію фільтрів для очищення газів.
34. Опишіть особливості застосування та класифікацію тканинних фільтрів.
35. Розкажіть про порядок очищення газів за допомогою рукавних фільтрів.
36. Опишіть конструкцію, призначення та використання волокнистих фільтрів тонкого очищення.
37. Розкрийте суть основних вимог до оптимальної конструкції волокнистих фільтрів тонкого очищення.
38. Наведіть класифікацію та особливості застосування зернистих фільтрів для очищення газів.
39. Опишіть порядок очищення газів зернистими фільтрами з нерухомим фільтрувальним шаром.
40. Розкрийте сутність процесу магнітного очищення газів та можливості його застосування.
41. Охарактеризуйте переваги магнітного очищення газів порівняно з їх традиційним очищенням.
42. Наведіть класифікацію основних груп апаратів для магнітофільтраційного очищення газів.
43. Розкажіть про особливості конструкції електромагнітних фільтрів осердя-насадкою.
44. Поясніть вимоги до вибору та розрахунку конструкції фільтрів-осаджувачів.
45. Охарактеризуйте вимоги до багатополюсних фільтрів з „відділеними” електромагнітами.
46. Проаналізуйте переваги фільтрів з „відділеними” постійними магнітами.
47. Обґрунтуйте необхідність знезараження стічних вод.
48. Розкажіть про порядок та негативні наслідки хлорування стічних вод.
49. Охарактеризуйте процес знезараження води УФ-випромінюванням.
50. Наведіть схему та розкажіть про принцип роботи електролізної установки.
51. Поясніть сутність знезараження стічних вод озонуванням.
52. Опишіть особливості випуску стічних вод у водоймища після дезінфекції.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник С. Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу : навч. посібник / С. Р. Мельник, Ю. Р. Мельник, З. Г. Піх. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 448 с.
2. Дубинін А. І. Процеси та апарати хімічної технології: навч. посібник / А. І. Дубинін, Р. І. Гаврилів, І. О. Гузьова. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 360 с.
3. Сахарнов А. В. Очистка сточных вод и газовых выбросов в лакокрасочной промышленности / А. В. Сахарнов. – М.: Химия, 2007.
4. Шефтель В. О. Полимерные материалы. Токсические свойства / В. О. Шефтель. – Л., Химия, 2012. – 240 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Мітрясова О. П. Хімія. Загальна хімія. Хімія довкілля: навч. посібник / О. П. Мітрясова. – Київ : «Видавничий дім «Професіонал», 2009. – 336 с.
2. Джирард Дж. Е. Основы химии окружающей среды [Текст] / Дж. Е. Джирард ; перевод с англ. В. И. Горшкова под. ред. В. А. Иванова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 640 с.
3. Герцен П. П. Вопросы охраны среды на предприятиях химической промышленности / П. П. Герцен. – Пермь, 2005.
4. Шабельский В. А. Защита окружающей среды в производстве лакокрасочных покрытий / В. А. Шабельский. – Л.: Химия, 2005.
5. Калыгин В. Г. Промышленная экология / В. Г. Калыгин. – М., 2000.
6. Шефтель В. О. Миграция вредных химических веществ из полимерных материалов / В. О. Шефтель, С. Е. Катаева. – М., Химия, 2008. – 168 с.
7. Гуричева З. Г. Санитарно-химический анализ пластмасс / З. Г. Гуричева, Л. И. Петрова, Л. В. Сухарева. – Л., Химия, 2007. – 270 с.
8. Новиков Ю. В. Экология, окружающая среда и человек / Ю. В. Новиков. – М., Фаир-Пресс, 2003. – 560 с.
9. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник / Джигирей В. С. – [5-те вид., випр. і доп.]. – Київ : Знання, 2007. – 422 с.
10. Зубик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища: навч. посібник / Зубик С. В. – Львів: Орієна-Нова, 2007. – 400 с.
11. Ратушняк Г. С. Засоби очищення газових викидів: навч. посібник / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 207 с.

12. Скоробогатий Я. П. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив / [Скоробогатий Я. П., Ощеповський В. В., Василечко В. О., Кусковець С. Л.]. – Л. : Новий Світ-2000, 2008. – 222 с.

13. Шматько В. Г. Екологія і організація природоохоронної діяльності: навч. посібник для студ. ВНЗ. – [2-ге вид., стер.] / В. Г. Шматько, Ю. В. Нікітін. – Київ : КНТ, 2008. – 303 с.

ГЛОСАРІЙ З ДИСЦИПЛІНИ ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

АБІОТИЧНІ ЧИННИКИ (ФАКТОРИ) – сукупність умов зовнішнього неорганічного середовища, що впливають на організми. А. ч. поділяють на хімічні (хімічний склад повітря, води, ґрунту), фізичні, або кліматичні (температура, тиск, вологість, радіаційний режим), орографічні (обумовлені характером рельєфу), едафічні (ґрунтові) та геологічні. А. ч. впливають переважно на чисельність (біомасу) і поширення тварин та рослин у межах своїх ареалів, при цьому суттєве значення мають лімітуючі А. ч., які є необхідними для існування, але представлені в обмеженій кількості (наприклад, вода в пустелі).

АБСОРБЦІЯ газів – об'ємне поглинання газів та випаровувань рідиною (абсорбентом) з утворенням розчину. Застосовують А. для очищення та розділення газів, виділення парів з паро-газової суміші, що обумовлено різною розчинністю газів та випаровувань у рідинах.

АГЛОМЕРАЦІЯ (МЕГАПОЛІС) – просторово та функціонально єдине угруповання поселень міського типу, яке складає загальну соціально-економічну та екологічну систему. Найбільша у світі А. – в Японії (60 млн. чоловік), яка об'єднує міста Токіо, Нагої, Кобе, Нагасакі, Кіото

АДСОРБЦІЯ(від лат. поглинаю) – поглинання речовини в газоподібному або розчиненому стані поверхнею твердих або рідких тіл (адсорбентів), зокрема біологічними мембранами. А. - це зміна концентрації (зазвичай у бік її збільшення) речовини поблизу поверхні розділу фаз (“поглинання на поверхні”). А. є окремим випадком сорбції. Розрізняють фізичну А. й хемосорбцію. Використовують у техніці для одержання й очищення різних речовин. У біологічних системах з А. пов'язані процеси всмоктування, перші етапи взаємодії ферментів із субстратом, захисні реакції проти токсичних речовин тощо.

АЕРАЦІЯ – природне або штучне надходження повітря в будь-яке середовище (воду, ґрунт і т. п.).

АЕРОБИ, аеробні організми – організми, здатні жити і розвиватися лише при наявності вільного молекулярного кисню, який вони використовують як окислювач.

АЕРОБІОСФЕРА – приземний шар атмосфери (від поверхні Землі до 6-7 км під нею), в якому постійно існують живі організми і мають здатність нормально жити і розмножуватися при наявності необхідних субстратів.

АЕРОБНИЙ – існуючий або триваючий у присутності кисню (організм, процес тощо).

АЕРОЗОЛЬ – газоподібне середовище із зваженими в ній твердими або рідкими частками. До аерозолів відносяться дими, тумани.

А. є найнебезпечнішими елементами хімічного забруднення атмосфери. Найчастіше розміри часток А. лежать у межах 0,001—1000 мкм. Найнебезпечнішими для легенів людини є частки від 0,5 до 5 мкм, більш крупні затримуються в порожнині носа, а більш дрібні у дихальних шляхах не осідають і видихаються. Серед А. розрізняють пили (тверді частки, взважені в газоподібному середовищі), дими (продукти конденсації газу), тумани (рідкі частки у повітрі). Нині в атмосфері зважено не менше 20 млн. т часток, з яких приблизно 3/4 — викиди промислових підприємств. Антропогенні А. служать забруднювачами середовища життя (атмосфери), Словник-довідник з екології 7 містять канцерогенні та тератогенні речовини. Природним джерелом А. служать вулкани, гейзери, гірські породи, що руйнуються;

АКУМУЛЯЦІЯ – процес нагромадження на поверхні Землі, в організмах, на дні природних і штучних водойм продуктів ерозії, солей, органічних решток, різноманітних забруднювачів унаслідок діяльності вітру, води, вулканів, льодовиків та інших геологічних та біологічних чинників.

АКУМУЛЯЦІЯ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ОРГАНІЗМАМИ – накопичення в живих організмах хімічних речовин, що забруднюють середовище помешкання. Оскільки обсяг їжі за тривалий час значно перевищує масу споживача, а забруднюючі речовини не у всіх випадках повністю виводяться з організму з виділеннями, на кожному наступному рівні екологічної піраміди (трофічного ланцюгу) накопичується значно більша концентрація стійких забруднювачів.

АЛАРМІЗМ (А.) – уявлення про неминучість глобальної екологічної кризи внаслідок нерегульованого росту народонаселення планети, виснаження ресурсів, обмеження біологічної різноманітності та забруднення оточуючого середовища.

АЛЕЛОГЕН – хімічна речовина, що спричинює алелопатію.

АЛЕЛОПАТІЯ – взаємний або односпрямований вплив рослин, що входять до складу фітоценозу та ростуть на одній ділянці, зумовлений виділенням ними в навколишнє середовище фізіологічно активних речовин - рідких або газоподібних хімічних продуктів життєдіяльності, які змінюють стан середовища. Явище А. враховують та застосовують у сільському господарстві при розробці сівозмін і мішаних посівів, для запобігання ґрунтовій втомі, боротьбі з бур'янами, шкідниками тощо. Явище А. слід враховувати при спільному вирощуванні різних видів рослин. Кількість і склад речовин, що виділяються у повітря, ґрунт, воду, залежать від виду, органу, фізіологічного стану рослин, умов вегетації. Метаболіти одних рослин діють на інші рослини через зміну складу навколишнього середовища. Алелопатичний взаємовплив спричинює зміни у загальному обміні речовин, анатомічній структурі рослинних тканин, інтенсивності перебігу фізіологічних процесів: дихання, фотосинтезу, надходження поживних речовин тощо.

А., як і інші взаємовідносини видів рослин, лежить в основі виникнення, розвитку, заміни рослинних угруповань, відіграє важливу роль у процесі ґрунтоутворення.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ – одержання енергії з відновлюваних природних ресурсів (енергія Сонця, вітру, припливів-відпливів, геотермальних джерел, біомаси).

АНАЕРОБИ – організми, здатні існувати в середовищі без доступу кисню.

АНАЕРОБНИЙ – існуючий при відсутності кисню (організм, процес тощо).

АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ (А.н.) – ступінь впливу людини та її діяльності на природу. А.н. включає: 1) використання ресурсів популяцій видів, що входять до складу екосистем (полювання, рибалка, заготівля лікарських рослин, вирубка дерев), 2) випасання худоби, 3) рекреаційний вплив, 4) забруднення водойм (скидання промислових, побутових та сільськогосподарських стоків), 5) випадіння з атмосфери зважених твердих часток або кислотних дощів та ін.

АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ В ПРИРОДІ – зміни в природному середовищі, які є результатом господарської діяльності людини.

АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ (ФАКТОРИ) – чинники впливу людської діяльності на органічний світ. Розрізняють такі види впливу А.ч.: непрямі та прямі, позитивні та негативні. Прямий вплив спрямований безпосередньо на живі організми (напр., штучне розведення риб, птахів тощо). Непрямий вплив здійснюється шляхом зміни клімату, фізичного стану та хімізму атмосфери і водойм, будови поверхні землі, ґрунту, рослинного та тваринного світу, що призводить до змін та порушень умов існування організмів.

АНТРОПОСФЕРА – 1) Частина біосфери, де живе і яку використовує людство. 2) Сфера Землі та найближчого космосу, що використовується людством і зазнає внаслідок цього певних змін.

АТМОСФЕРА [від гр. *atmos* - пар и *sphaire* - шар] – газоподібна оболонка Землі та інших небесних тіл. Сучасна атмосфера в значній мірі продукт біогенного походження (тобто продукт життєдіяльності організмів біосфери). Простежується до висоти 2 тис. км; за розподілом температури у вертикальному напрямку її поділяють на: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, екзосферу. У приземній частині переважно складається з азоту (78,08%), кисню (20,95%), аргону (0,93%), водяної пари (0,2-2,6%), вуглекислого газу (0,03%). Газовий склад А. слугує "найбільш яскравим інтегральним індикатором стану біосфери". Повне оновлення кисню планети живою речовиною відбувається за 5200-5800 років, вуглекислоти – за 300-395 років. Тропосфера - нижній 12-кілометровий шар, що впливає на погоду; тут міститься зважена у повітрі водяна пара, яка рухається при нерівномірному нагріванні поверхні планети; складає 2/3 маси всієї А. У тропосфері спостерігається інтенсивна атмосферна турбулентність і розвиваються погодні процеси (утворення хмар, випадіння опадів тощо). Над тропосферою розміщений перехідний шар - тропопауза, вище якої знаходиться стратосфера (досягає висоти 50 км; вона включає озоновий шар з максимальною

концентрацією озону на висоті від 20 до 30 км). Мезосфера знаходиться на висоті від 50 до 85 км).

АУДИТОР У СФЕРІ ЕКОЛОГІЇ (аудитор-еколог) – особа, кваліфікована для проведення екологічних аудитів.

АУДИТ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ – систематичний і документально оформлений процес перевірки об'єктивно одержаних та оцінюваних аудиторських даних для визначення відповідності (або невідповідності) системи управління навколишнім середовищем, прийнятої в організації, критеріям аудиту такої системи, а також повідомлення клієнту результатів, отриманих у ході цього процесу.

БЮГАЗ – суміш газів, в якій переважають метан(55-65%) і діоксид карбону (35-45%). Б. утворюється в процесі анаеробного розкладання гною, соломи та інших органічних відходів. Як джерело енергії Б. виходить у спеціальних установках (метантенках), в яких зброджується біомаса залишків продуктів рослинництва, тваринництва, гній, фекалії і т.д. Сільське господарство Індії на 20% забезпечує себе енергією за рахунок невеликих установок з одержання Б. У Китаї таких установок уже понад 100 млн. Тонна гною або іншої біомаси, що піддається зброджуванню, дає 500 м³ Б., що еквівалентно 350 л бензину. Органічна маса, що залишилася після виробництва Б., є цінним добривом, причому виробництво Б. можливе з рідкого гною тваринницьких комплексів. Отримання Б. екологічно доцільно і вигідно, тому що дозволяє знизити витрати на пальне чи електроенергію для роботи ферми і дає можливість ефективно переробити безпідстилковий гній, перетворивши його в органічне добриво. Отримання Б. – біологічний варіант геліоенергетики.

БІОСФЕРА [від гр. bios - життя, sphaira - куля] – одна з оболонок (сфер) Землі, склад і енергетика якої в істотних своїх рисах визначені роботою живої речовини. Термін Б. ввів у науку Е. Зюсс (1875). Пізніше, завдяки працям В.І. Вернадського, цей термін став позначати всю зовнішню область планети Земля, в якій не тільки існує життя, але яка в тій чи іншій мірі видозмінена чи сформована життям: ”Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих материю земной поверхности. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном, интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет, от древнейших археозойских эр до нашего времени. На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом” (праця ”Біосфера”). У складі Б. розрізняють необіосферу та палеобіосферу (складає поклади корисних копалин). Сучасна Б. – необіосфера – складна система, що складається з багатьох компонентів, які включають всю живу та неживу (середовище помешкання) природу. Б. має потужність 30-40 км і включає частину атмосфери - тропосферу (до висоти 20-22 кілометри – спори деяких бактерій і пліснявих грибів), гідросферу (від поверхні до глибини 10-11 кілометрів), верхню частину літосфери (до глибини

5 кілометрів), взаємопов'язані біогеохімічними циклами міграції речовин та енергії. У межах біосфери виділяють біогеосферу – оболонку Землі, де сконцентрована жива речовина планети. На відміну від Б. біогеосфера – це тільки область високої концентрації живих організмів, розміщена на межі поверхні земної кори з атмосферою та у верхній частині водної оболонки, займаючи шар товщиною від декількох метрів (тундра, степ, пустеля) до сотень метрів (ліси, моря). Стосовно ієрархії рівнів організації живої матерії і системного підходу Б. – сукупність всіх екосистем (біогеоценозів). Всі екологічні ніші, придатні для життя, зайняті Б., яка виникла одночасно з появою життя на Землі (близько 4 млрд. років тому) у вигляді примітивних протобіоценозів у первинному Світовому океані. Близько 450 млн. років тому живі організми почали заселяти сушу, де їх еволюція (можливо, в силу більш жорстких, ніж в океані, екологічних умов) прискорилося, і, в результаті, співвідношення числа видів тварин і рослин в Світовому океані і на суші складає приблизно 1: 5. Основними факторами еволюції Б. є: абіотичні (геологічні, космічні), біотичні (мінливість, тобто мутації, спадковість, боротьба за існування, природний добір), а також антропогенні. Синонім: Екосфера.

БЕЗПОВОРОТНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ (irretrievable consumption of water) – втрати води при її використанні в промисловості, комунальному та сільському господарстві.

БІОГЕННІ РЕЧОВИНИ (biogenic matters) – речовини, які беруть найактивнішу участь у життєдіяльності водних організмів (іони азоту, фосфору, кремнію, заліза, кисень та вуглець).

БІОХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ (БСК) (biochemical necessity in oxygenium) – споживання у воді кисню органічними речовинами.

ВАЖКІ МЕТАЛИ – умовна назва металів, які мають щільність понад 6 г/см³, велику відносну атомну масу - 50 а.о.м., більшість з яких токсичні (цинк, кадмій, мідь, свинець, ртуть, нікель, кобальт, сурма, олово, вісмут, меркурій, хром, плюмбум та ін.). Важкі метали потрапляють у довкілля зі стічними водами та внаслідок процесів горіння. Вони порівняно легко накопичуються у ґрунтах, але повільно і важко видаляються з них. Період напіввидалення металів: цинку до 500 років, кадмію – до 1100 років, купруму – до 1500 років, плюмбуму – до кількох тисяч років. Деякі важкі метали-мікроелементи (цинк, залізо, марганець, мідь) необхідні в дуже малих кількостях для живих організмів, інші – токсичні для організму людини (ртуть, свинець, кадмій). Особливу проблему становить накопичення важких металів у трофічному ланцюгу та організмі людини.

ВИКИД – короткочасне або довготривале (протягом певного часу) надходження в навколишнє середовище будь-яких забруднювачів; потрапляння забруднюючих речовин в атмосферу.

ВИКИДИ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН (токсини – від грец. отрута) – надходження в навколишнє середовище (воду, атмосферу, ґрунт)

забруднюючих речовин від промислових, транспортних, сільськогосподарських підприємств.

ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (requirements to the internalss of surface-water) – це вимоги до тих властивостей води, які визначають придатність її для потреб того чи іншого виду водокористування.

ВОДНІ РЕСУРСИ (waters resources) – це всі води гідросфери, тобто води річок, озер, каналів, водойм, морів й океанів, підземні води, ґрунтова волога, вода (льоди) гірських і полярних льодовиків, водяні пари атмосфери.

ВОДНИЙ БАЛАНС (water balance) – це взаємозв'язок, що характеризує природні процеси водного господарства у всьому басейні річки щодо його компонентів (опаді, випаровування, наземні і підземні стоки).

ВОДНИЙ КАДАСТР (water cadastre) – систематизоване зведення відомостей про водні ресурси країни.

ВОДОКОРИСТУВАННЯ (use by water) – використання водних ресурсів без вилучання їх з водних об'єктів, спортивних засобів, перевищення концентрації яких створює небезпеку для здоров'я людини. В.т.р. нормуються ГДК (гранично-допустимою концентрацією) забруднювачів у середовищі.

ГІДРОСФЕРА (hydrosphere) – водна оболонка Землі, до складу якої входять океани, моря та континентальні водні маси, сніговий покрив і льодовики.

ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМІ ВИКИДИ У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ (maximum-possible extrass in waters objects) – максимальна кількість речовин у стічних водах, яка допускається для скидання в даному пункті водного об'єкта за одиницю часу не порушуючи норму якості води у заданому створі.

ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМІ КОНЦЕНТРАЦІЇ (ГДК) РЕЧОВИН У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ (maximum -possible concentrations of matters in waters objects) – концентрація речовин у воді, вище якої вода стає непридатною для одного або декількох видів водокористування.

ДАМПИНГ ВІДХОДІВ – скидання, захоронення відходів (будівельне сміття, радіоактивні, хімічні речовини та ін.) в океанах і морях. Щорічно на суднах вивозиться більше 100 млн. тон забруднюючих речовин, тому світовий океан нині називають “світовим звалищем відходів”.

Дампінг ввідходів у напівзамкнених морях може призвести до екологічної катастрофи. Здатність до самоочищення вод багатьох внутрішніх морів майже вичерпана (наприклад, на північному заході Чорного моря), що викликає помітне швидке забруднення поверхневих вод і деградацію деяких форм життя з одночасним бурхливим розвитком небажаних форм (наприклад, морської зірки). Одночасно забруднення світового океану (особливо нафтопродуктами) впливає на газообмін між океаном та атмосферою, послаблює здатність до акумуляції вуглекислого газу та інших газових домішок, концентрація яких в атмосфері безперервно зростає. ДДТ (дихлордифенілтрихлорЕтан) – один з екологічно небезпечних інсектицидів. Відрізняється високою стійкістю і поглинається з навколишнього середовища живими організмами, накопичується в тканинах печінки, нирок і мозку ссавців, у тому числі людини.

ДДТ становить небезпеку і для популяцій хижих птахів, оскільки порушує кальцієвий обмін, внаслідок чого у яєць утворюється тонка шкаралупа, яка руйнується при насиджуванні. Загальна кількість ДДТ, що циркулює в біосфері (в основному накопичена в ґрунті), становить 280 тис. т. Нині виробництво та застосування Лановенко О. Г., Остапішина О.О. 58 ДДТ заборонено, проте його підвищений вміст у тканинах організмів, особливо у риб, прогнозується і після 2020 року. У комах швидко добираються екотипи, стійкі до ДДТ. Так, у тропічних країнах виявлені вже 24 види малярійних комарів, стійких до дії ДДТ.

ДЕСОРБЦІЯ – видалення з рідин або твердих тіл речовин, поглинених у процесі абсорбції або адсорбції. Застосовують Д. з метою регенерації абсорбента чи адсорбента.

ДЕСТРУКЦІЯ (дисиміляція) – порушення, руйнування або розклад нормальної структури органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот та ін.) в організмі на більш прості речовини. Основні форми Д. – дихання і бродіння. Найпростішими кінцевими продуктами Д. всіх організмів є вода, вуглекислий газ, аміак. У процесі Д. виділяється енергія, яка частково перетворюється на тепло чи акумулюється в молекулах аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ). Єдність процесів Д. та асиміляції забезпечують безперервність оновлення органічних речовин.

ДИМ – дисперсна система завислих у газовому середовищі твердих часток. Часто містить токсичні речовини (у тому числі важкі тарадіоактивні елементи). Подразнює органи дихання

ДИОКСИД ВУГЛЕЦЮ (синонім: вуглекислий газ) – CO_2 , продукт окиснення сполук, що містять вуглець. Д.в. утворюється при диханні організмів і при спалюванні палива, що містить вуглець, а також при виверженні вулканів і вивітрюванні карбонатних гірських порід. Вміст у атмосфері Д.в. до початку промислової революції складав 0,028%, нині - вище 0,03%.

ДИОКСИД СІРКИ (Д.с.) – SO_2 , безбарвний газ з різким запахом, один з головних забруднювачів атмосфери. Д.с. утворюється при спалюванні викопного палива на підприємствах паливно-енергетичного комплексу і в двигунах внутрішнього згорання, а також на підприємствах нафтохімічного комплексу. Д.с. згубно впливає на рослини, оскільки проникає в листок і вступає в реакцію із залізом, що входить до складу хлорофілу, викликає розпад хлорофілу і загибель рослини. Забруднення атмосфери Д.с. – головна причина кислотних дощів. Країни світу шукають можливості зменшення викидів Д.с. в атмосферу. У країнах Західної Європи за останні 20 років вдалося скоротити обсяг викидів Д.с. з 65 до 40 млн. тон на рік, проте за рахунок збільшення викидів Д.с. Індією, Китаєм і країнами СНД у глобальному масштабі загальна кількість викидів Д.с. практично не зменшилася. Кількість Д.с., яке викидається в атмосферу на одиницю національного продукту, залежить від рівня технології і екологічної безпеки підприємств країни. Так, в останні роки існування СРСР на одиницю національного продукту викидалося Д.с. в 19 разів більше, ніж в Японії. Забруднення Д.с. багато в чому пов'язане з «експортом» забруднення,

тобто транскордонним перенесенням забруднень атмосферними потоками. Оскільки в Європі переважає західне перенесення, багато країн отримують переважно «імпортовані» кислотні дощі

ДИОКСИНИ (Д.) – група найотруйніших речовин серед відомих нині. Д. розчиняються в органічних речовинах, мають канцерогенну дію і дуже стійкі. Період напіврозпаду Д. в ґрунті становить 10-20 років. Катастрофічне забруднення навколишнього середовища Д. сталося в 1976 р. в Севезо (Італія), де на фабриці з виробництва фенолу стався витік 2,5 кг Д. У результаті сотні людей захворіли хворобою хлоракне, довелося провести евакуацію населення з площі 87 га і забити 75 тис. сільськогосподарських тварин. Домішка Д. до дефоліанту в препараті «Помаранчева суміш», який в США використовували під час війни у В'єтнамі, стала причиною підвищеної захворюваності та збільшення частоти природжених вад розвитку у потомстві в'єтнамців і сотень американських солдат, які брали участь у цій війні.

“ДІРА” ОЗОНОВА – простір в озоносфері планети з пониженим (50 %) вмістом озону (середні темпи розширення “діри” - 4 % протягом року). Передбачається як природне, так і антропогенне походження Д.о. (від викидів фреонів і знищення лісів як продуцентів кисню). За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), зменшення вмісту в атмосфері озону на 1% призводить до збільшення захворювання людей на рак шкіри на 6%; при цьому значно послаблюється імунна система людини.

ЕВТРОФІКАЦІЯ ВОД (euthrophication) – підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок накопичення у воді біогенних речовин під дією антропогенних або природних факторів.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА – стан захищеності особистості, суспільства і держави від наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище, а також стихійних лих і катастроф.

ЕКОЛОГІЧНА ЗБРОЯ – будь-який фізичний, хімічний та біологічний засіб, що завдає матеріальної шкоди, знижуючи обороноздатність і призводить до погіршення здоров'я (аж до загибелі) противника і мирного населення через зміну природного середовища проживання (розпорошення отрутохімікатів під час війни у В'єтнамі, розлив нафти в Перській затоці під час Близькосхідного конфлікту і т. д.).

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА – система державних природоохоронних заходів, спрямованих на перевірку відповідності проектів і планів у галузі будівництва та використання природних ресурсів вимогам екологічного захисту природного середовища. Е.е. – це оцінка впливу комплексу господарських нововведень на середовище життя, природні ресурси і здоров'я людей. Базується на екологічних нормативах. Виражається як в економічних, так і в неекономічних показниках. Існують різні форми Е.Е., які стосуються різних об'єктів експертизи: раціональне природокористування у проектах перспективних та річних планів економічного та соціального розвитку; територіальні комплексні схеми охорони природи; проекти будівництва підприємств та споруд; проекти планування та забудови міст та населених

пунктів; проекти перетворення природного середовища; проекти стандартів та технічних умов на нові види сировини, виробів, матеріалів.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ – система спостережень, збору, передачі, обробки, зберігання та аналізу інформації про стан оточуючого природного середовища, прогнозування його змін та розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень з охорони, раціонального використання природних ресурсів та попередження про критичні ситуації, небезпечні для здоров'я людини. Першочергова увага у Е.М. приділяється антропогенним змінам у природі.

ЕКОЛОГІЧНЕ МИСЛЕННЯ – розуміння характеру і сили екологічного впливу господарювання і життєдіяльності людини на природне середовище, уявлення про неминучість обмеженого перетворення природи людством, розуміння того, що розвиток соціально-екологічних відносин йде від суто технологічних та економічних прагнень через розуміння екологічних обмежень до постановки перш за все екологічних цілей (спочатку з економічними обмеженнями, а потім без них).

ЕКОЛОГІЯ (від грецьк. Oikos – оселя, помешкання, місце існування, logos- наука) – універсальна, фундаментальна, комплексна наука про взаємовідносини живих організмів між собою та з навколишнім середовищем на популяційно-біоценотичному, біогеоценотичному (екосистемному) та біосферному рівнях. Термін “Е.” запропонував у 1866 р. німецький біолог Е. Геккель (1834-1919). Екологія поділяється на загальну (екзоекологію) – науку про закономірності формування, розвитку і стійкого функціонування біологічних систем різного рангу (організменого, популяційно-видового, біоценотичного, біогеоценотичного, біосферного) в їхніх взаємовідносинах з умовами середовища, та ендоекологію. Предмет дослідження Е. – біологічні макросистеми (популяції, біоценози, екосистеми) та їхня динаміка у часі і просторі. Основні задачі екології – вивчення динаміки популяції, біоценозів та їх систем, розкриття закономірностей і механізмів екологічних процесів та оволодіння керуванням ними в умовах неминучої індустріалізації та урбанізації планети. Методи Е. - експериментальні (спостереження, вимірювання, порівняльний аналіз, опис, експеримент (лабораторний і польовий)); експериментально-теоретичні (абстрагування, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання); теоретичні (прогнозування, системний аналіз).

ЗАБРУДНЕННЯ – занесення у будь-яке середовище або виникнення у ньому нових, не характерних для нього фізичних, хімічних або біологічних речовин, перевищення допустимого рівня концентрації перерахованих агентів у середовищі. Рівень забруднення контролюється різними нормативами: ГДК, ГДВ, ГДАН. Залежно від походження забруднення класифікують на природне, фонове та антропогенне. Залежно від джерела забруднення розрізняють механічне, електромагнітне, теплове, акустичне, хімічне, радіаційне; за тривалістю дії – постійне або тимчасове; за масштабом поширення – локальне, регіональне, глобальне.

ЗАБРУДНЕННЯ АНТРОПОГЕННЕ – забруднення середовища, що виникає внаслідок діяльності людини.

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ – надходження в атмосферне повітря або утворення в ньому шкідливих (забруднюючих) речовин у концентраціях, що перевищують встановлені державою гігієнічні та екологічні нормативи якості атмосферного повітря (закон "Про охорону атмосферного повітря").

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ – спричинені антропогенною діяльністю зміни її фізичних, хімічних, біохімічних властивостей у порівнянні з природним станом, які роблять воду частково або повністю непридатною для використання. Види з.в.: - хімічне – збільшення загальної мінералізації і концентрації макро- і мікроелементів, поява у воді невластивих їй сполук. Супроводжується появою запаху, забарвлення, підвищенням температури; - бактеріологічне – поява у воді патогенних мікроорганізмів (бактерій групи кишкової палички), локалізується на незначній площі, є тимчасовим; Лановенко О. Г., Остапішина О.О. 88 - теплове - підвищення температури води, супроводжується зміною хімічного та газового складу води, зменшенням кількості кисню, евтрофікацією, збільшенням вмісту в ній мікроорганізмів; - радіоактивне – підвищення вмісту радіоактивних речовин. Є дуже стійким, оскільки час напіврозпаду різних радіонуклідів триває від кількох годин до тисяч років. Гірські породи адсорбують радіонукліди, у відкритих водоймах вони осідають на дно. Основними джерелами забруднення води є промислові підприємства, що утворюють промислові стоки, газопилові викиди (спричиняють кислотні дощі), сільське господарство (отрутохімікати та мінеральні добрива), розвідка та збагачення природних копалин, побутові комунальні стоки, водний (частково наземний) транспорт. У підземні водоносні горизонти полютанти надходять шляхом: 1) фільтрації рідких стоків підприємств та атмосферних опадів, які промивають тверді відходи; 2) фільтрації з полів, зрошуваних забрудненими стічними водами та оброблених отрутохімікатами та хімічними добривами; 3) проникнення через колодязі, свердловини та карстові порожнини; 4) бокової та вертикальної фільтрації забруднених річкових і озерних вод; 5) інфільтрації забруднених атмосферних опадів.

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ – скидання або надходження іншим способом у поверхневі і підземні водні об'єкти забруднюючих речовин, а також утворення в них шкідливих речовин, які погіршують якість поверхневих і підземних вод, обмежують (виключають) можливість їх використання або негативно впливають на стан дна та узбережжя водних об'єктів.

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (contamination of surface-water) – зміна складу або властивостей води під впливом виробничої діяльності та побутових умов населення.

ЗАБРУДНЮЮЧА (нормована) РЕЧОВИНА – хімічна або інша речовина або суміш речовин, за якими необхідно встановити ГДК

"ЗАКОНИ" ЕКОЛОГІЇ Коммонера – сформульовані в 1974 році американським екологом Б. Коммонером. 1. Все пов'язано з усім. Існує загальний зв'язок процесів і явищ в природі. Закон покликаний застерегти людину від необдуманого впливу на окремі частини екосистем, що можуть призвести до непередбачених наслідків. (Наприклад, осушення боліт призводить до обміління річок).

2. Все має кудись діватися. Відходи від господарської діяльності людини є неминучими, тому необхідно думати як про зменшення їх кількості, так і про подальше використання. 3. Природа "знає" краще. Цей закон про необхідність організації розумного, свідомого природокористування. Не можна забувати, що людина – теж біологічний вид, що вона є частиною природи, а не її володар. Це означає, що не можна намагатися підкорити природу, а потрібно співіснувати з нею. Поки ми не маємо повної інформації про механізми та закономірності функціонування природних систем, їх підпорядкування одна одній, без точного знання наслідків перетворення природи неприпустимі жодні її "покращення". 4. Ніщо не дається дарма. Цей закон про необхідність раціонального природокористування. "... Глобальна екосистема являє собою єдине ціле, в рамках якого нічого не може бути виграно або втрачено і яка не може бути об'єктом загального поліпшення". Платити потрібно енергією за додаткове очищення відходів, добривом – за підвищення врожаю, санаторіями та ліками – за погіршення здоров'я людини і т.д.

ЗАМКНЕНИЙ ЦИКЛ ВОДОКОРИСТУВАННЯ (reserved cycle by the use by water) – багаторазове використання води в одному і тому ж виробничому процесі без скидання стічних вод у водні об'єкти.

ЗВОРОТНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ (reverse water-supply) – система подачі води на виробничі потреби, при якій відпрацьована вода після очищення, охолодження і обробки знову подається у виробництво.

ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД (ДЕЗІНФЕКЦІЯ) (disinfection) – знищення патогенних мікробів, які містяться у стічних водах, і усунення небезпеки.

ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД (ДЕЗІНФЕКЦІЯ) (disinfection) – знищення патогенних мікробів, які містяться у стічних водах, і усунення небезпеки

ПРИГАЦІЯ (ЗРОШЕННЯ) (irrigation) – підведення води на поля, що відчувають нестачу вологи, і збільшення її запасів у шарі ґрунту, де перебувають коріння рослин, з метою збільшення родючості ґрунту.

КОЛООБІГ ВОДИ В ПРИРОДІ (rotation of water in nature) – взаємопов'язані, які ніколи не припиняються в природі, процеси випаровування, конденсації, утворення хмар, випадання з них опадів і стоків.

КОАГУЛЯЦІЯ – процес злипання частинок при будь-якому зовнішньому впливі (зміні температури, впливі електричного поля, введенні хімічних речовин і т.д.), призводить до випадання осаду. Широко використовується в очищенні стічних вод.

ЛІТОСФЕРА – верхня тверда оболонка Землі. До складу літосфери входять земна кора і верхня мантія Землі. Товщина літосфери 5-75 км. На континентах, особливо там, де знаходяться гірські хребти, вона досягає 50-75 км, а на дні океану – 5-10 км. Верхня частина літосфери, де розповсюджена жива речовина, входить до складу біосфери. Межі життя в літосфері знаходяться на глибині 2 – 3 км, максимально до 6 км. Літосфера – джерело мінеральних ресурсів, від неї залежать землетруси, виверження вулканів, зсуви. З літосферою пов'язані життя і діяльність людей.

НООСФЕРА – сфера розуму; нова еволюційна стадія розвитку біосфери, пов'язана з виникненням і становленням цивілізованого суспільства, коли продумана людська діяльність стає головним, провідним фактором розвитку біосфери Землі. Термін введений французькими вченими Е. Леруа та П. Тейяр де Шарденом у 1927 році. Н. – це особливий надбіосферний ”розумний пласт” планети. У 30-40 роках В.І. Вернадський поглибив та розвинув вчення про ноосферу: “Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупной геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом, по сравнению с тем, что было раньше ”. В.І.Вернадський сформулював необхідні передумови для створення ноосфери:

1. Людство є єдиним цілим. Події, що відбуваються на будь-якому континенті чи океані, мають певні наслідки в інших містах, на всій поверхні Землі.
2. Удосконалення засобів зв'язку та обміну інформацією, забезпечення миттєвої її передачі.
3. Реальна соціальна рівність людей – необхідна умова ноосфери.
4. Ріст загального добробуту та рівня життя як умова реальної соціальної рівності людей, можливість впливу населення на хід державної та суспільної діяльності.
5. Розвиток енергетики, винайдення та використання нових видів енергії, необхідних для підвищення рівня життя.
6. Виключення війн з життя суспільства.

ОБМЕЖЕНІСТЬ ВОДНИХ РЕСУРСІВ (narrow-mindedness of waters resources) – дефіцит води внаслідок бурхливого розвитку промисловості та нерівномірного розподілення водних ресурсів за територією.

ОПРІСНЕННЯ СОЛОНИХ ВОД (desaltation of salt waters) – комплекс технічних заходів для пониження мінералізації солоних вод до рівня, який дозволяє використання їх для питних, технічних і сільськогосподарських потреб.

ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ (guard of waters resources) – система юридичних, організаційних, економічних, технічних і меліоративних заходів, спрямованих на попередження і усунення наслідків забруднення і виснаження вод.

ОЗОНОСФЕРА (озоновий екран) – шар атмосфери, що відрізняється підвищеною концентрацією озону і поглинає ультрафіолетове випромінювання, згубне для організмів. Найбільша щільність озоносфери на висоті 20–25 кілометрів.

ОЗОНУВАННЯ – обробка води та/або повітря озоном для знищення мікроорганізмів і усунення неприємних запахів. Озонування є більш прогресивним (але й більш дорогим) способом знезараження води

ОЧИСНІ СПОРУДИ – спеціальні інженерні конструкції, призначені для проведення послідовного очищення стічних вод від забруднюючих речовин.

ОЧИЩЕННЯ – видалення з елементів природного середовища (води, повітря) забруднюючих речовин. Розрізняють очищення механічне – видалення зважених у повітрі або рідині речовин за допомогою механічних приладів (піщаних, гравійних фільтрів); фізико-хімічне – хлорування, озонування, коагуляція з осадженням, адсорбція; біологічне – знешкодження відходів за допомогою біологічних об'єктів (зарості водних рослин, активний іл, деревинна тирса).

ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ – усунення з газоповітряної суміші домішок антропогенного походження, які не містяться в атмосферному повітрі, з використанням фізико-хімічних процесів (адсорбція, спалювання, пиловловлювання).

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД – усунення зі стічних вод організмів, зважених і розчинених речовин, що роблять несприятливий вплив на здоров'я людини і природу з використанням різних технічних методів і засобів. Розрізняють механічне, фізико-хімічне, хімічне та біологічне очищення стічних вод. Зазначені методи застосовуються в локальних, загальнозаводських, районних або міських системах очищення стічних вод.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД БІОЛОГІЧНЕ – видалення розчинних органічних домішок за допомогою мікроорганізмів активного мулу, що розкладають ці речовини до неорганічних сполук. На практиці широко поширені аеробні процеси, що протікають у природних умовах (на полях зрошення, полях фільтрації) і штучних спорудах (в аеротенках, на біофільтрах). Утворений надлишок активного мулу переробляється анаеробними методами (в метатенках) або компостуванням.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД МЕХАНІЧНЕ – видалення твердих, легко осаджуваних і спливаючих нерозчинних домішок методами проціджування (видалення більш великих часток), відстоювання і фільтрування (видалення більш дрібних частинок). Для цієї мети використовуються сита, ґрати, відстійники, пастки та ін.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ – видалення з води суспендованих і емульгованих домішок, а також розчинених речовин. До цих методів належать коагуляція, флотація, адсорбція, кристалізація та ін.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ХІМІЧНЕ – видалення з води розчинних домішок хімічними реагентами, що вступають в хімічні реакції з шкідливими. Словник-довідник з екології 135 домішками і переводять їх в менш агресивні сполуки. Найпоширенішим методом є нейтралізація кислих або лужних стічних вод.

ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ (superficial water) – це води, які постійно або тимчасово перебувають на земній поверхні у формі різних водних об'єктів.

ПІДЗЕМНЕ ЗАКАЧУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД (underground begin-ning to swing of flows waters) – видалення вод з поверхні в глибокі водоносні горизонти, порожнини і ємності.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВОДОКОРИСТУВАННЯ (rational use of water) – широкий діапазон заходів, спрямованих як на зменшення забору свіжої води промисловими, комунальними, сільськогосподарськими та іншими об'єктами, так і на технологічно оправдане зменшення загальних витрат води в процесі виробництва.

РЕЦИКЛІЗАЦІЯ – повторне використання будь-якого ресурсу після його обробки, що робить його придатним для такого використання. **РЕЦИКЛІНГ** – повернення відходів у кругообіг "виробництво - споживання".

РЕЦИРКУЛЯЦІЯ – повернення частково чи повністю очищених стічних вод у технологічний процес.

САМООЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД (self-wiping of natural waters) – сукупність всіх природних процесів у забруднених водах, спрямованих на відновлення первинних властивостей і складу води.

САЖА, технічний вуглець – твердий високодисперсний продукт неповного згорання вуглеводнів, які є компонентами газів природних і промислових, нафти, вугілля. Містить канцерогенні речовини, добре адсорбує забруднювачі. Належить до небезпечних і шкідливих забруднювачів довкілля.

СТАВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД (ponds for flows waters treatment) – біологічні ставки, що займають проміжне положення між природними водними об'єктами і штучними спорудами для очищення стічних вод.

СТІЧНІ ВОДИ (flows water) – побутові, промислові, забруднені відходами промисловості води, які відводяться з території населених пунктів і промислових об'єктів через каналізацію.

ТЕРМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ (thermal contamination of water) – надмірне підвищення температури води водних об'єктів.

УТИЛІЗАЦІЯ – використання енергії і речовини, вилучення корисних компонентів з побутових і промислових відходів, стічних вод, викидів в атмосферу.

УТИЛІЗАЦІЯ СТІЧНИХ ВОД (utilization of flows waters) – використання в народному господарстві речовин, які забруднюють стічні води і є небезпечними в санітарному відношенні, проте є цінними продуктами.

ФРЕОНИ (ХЛАДОНИ) – хлорфторвуглеводні (ХФВ) – високолетючі, хімічно інертні в земній поверхні речовини, що широко застосовуються в побуті та у виробництві як холодоагенти (в холодильниках, кондиціонерах, рефрижераторах) піноутворювачі, розпилювачі в аерозольних упаковках і т.д. Були синтезовані в 30-х роках, але стали широко застосовуватися в промисловому виробництві лише з початку 60-х років. Фреони, піднімаючись у верхні шари атмосфери, піддаються фотохімічному розкладанню з утворенням сполук та інтенсивно руйнують озон. Вважають, надмірне застосування

фреонів, призвело до виснаження озонового екрану. Крім того, фреони відіграють значну роль у створенні "парникового ефекту."

ШАХТНІ ВОДИ (mines water) – це води, які утворилися внаслідок припливу підземних вод при добуванні корисних копалин.

ШКІДЛИВА РЕЧОВИНА – рідина, яка при потраплянні у морське середовище, здатна створити небезпеку для здоров'я людей, нанести шкоду живим ресурсам, морській флорі та фауні, погіршити умови відпочинку або завадити іншим видам правомірного використання моря, а також речовина, що належить контролю у відповідності з міжнародними угодами. Ш.р. – будь-яка речовина, що при потраплянні у море може викликати забруднення. Ш.р. – хімічна або біологічна речовина або суміш таких речовин, які містяться у атмосферному повітрі і які, у певних концентраціях, викликають шкідливу дію на здоров'я людини та оточуюче природне середовище

ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ – сукупність фізичних, хімічних і біологічних властивостей атмосферного повітря, що відображають ступінь його відповідності гігієнічним нормативам якості атмосферного повітря та екологічним нормативам якості атмосферного повітря.

ЯКІСТЬ ВОДИ – характеристика складу і властивостей води, яка визначає придатність її для конкретних видів водокористування.

ЯКІСТЬ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА – сукупність показників, що характеризують стан навколишнього природного середовища.

Навчальне видання

ГУРІНА Галина Іванівна

**ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів I курсу денної форми навчання
освітнього рівня «магістр» за спеціальністю
161 – Хімічні технології та інженерія)*

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2020, поз. 48Л

Підп. до друку 18.06.2020. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 5,6.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.